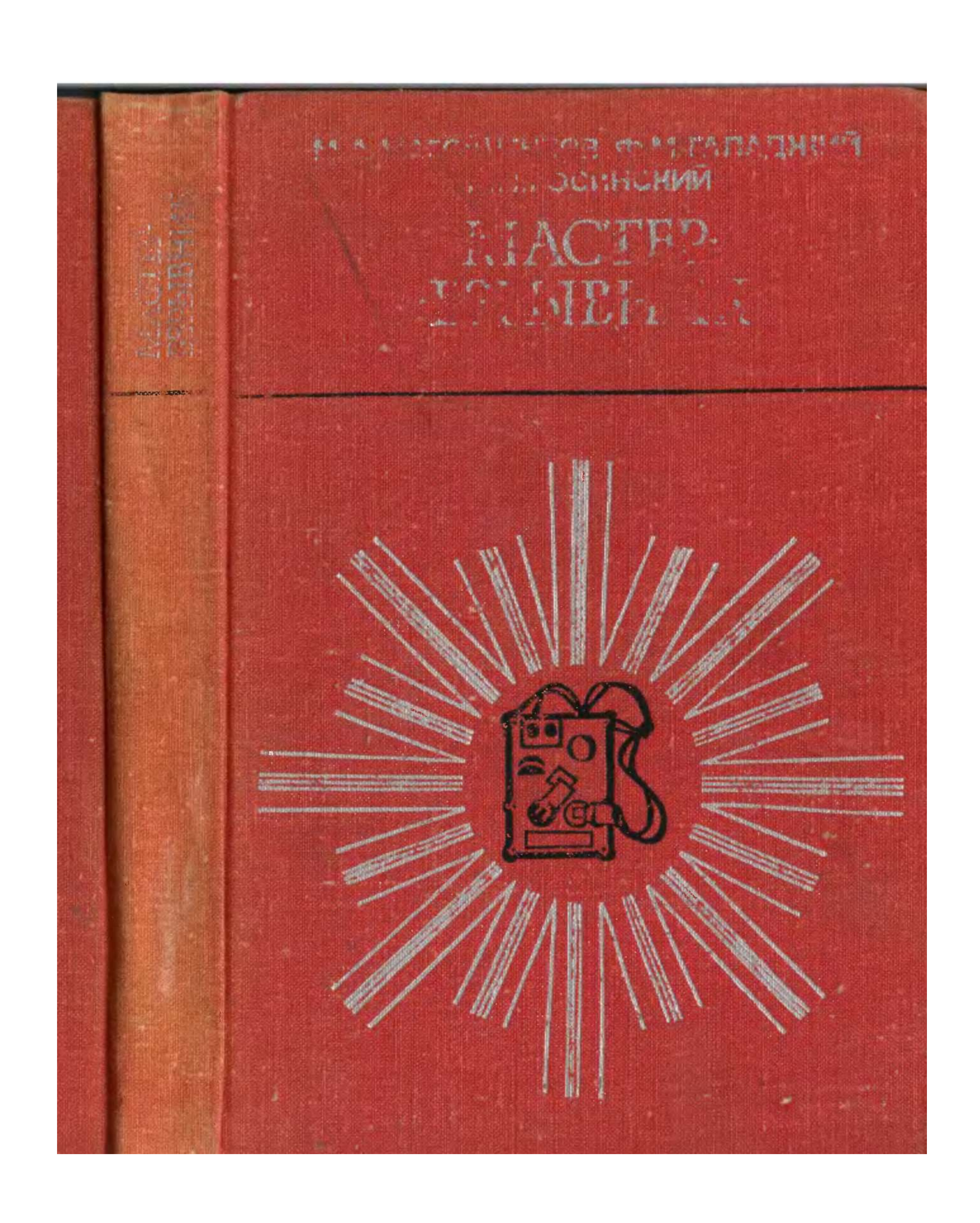

МАСТЕР-

М. А. МАГОЙЧЕНКОВ, Ф. М. ГАЛАДЖИЙ,
Н. Л. РОСИНСКИЙ

МАСТЕР-ВЗРЫВНИК

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

ОДОБРЕНО УЧЕНЫМ СОВЕТОМ
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ
В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ НА ПРОИЗВОДСТВЕ



МОСКВА -«НЕДРА»- 1975

УДК 622.235(07)

Магойченков М. А., **Галаджий** Ф. М„ **Росинский** Н. Л. Мастер-взрывник. М., «Недра», 1975, 288 с.

В книге изложены краткие сведения по теории взрывчатых веществ, воспламеняемости метановоздушных и пылевоздушных смесей при взрыве ВВ. Приведена классификация ВВ, описаны свойства и принципы создания предохранительных взрывчатых веществ. Рассмотрено действие взрыва на горную породу, приведены основные параметры и технология взрывных работ, способы и средства взрывания, приборы для проверки электродетонаторов, взрывных сетей и машинок.

Рассмотрены вопросы, связанные с упаковкой, транспортированием, хранением, учетом и уничтожением ВВ. Особое внимание уделено мерам безопасности при взрывных работах в шахтах, опасных по газу или пыли.

В отличие от первого издания материал обновлен новыми данными, касающимися практики ведения взрывных работ.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для учащихся курсов по подготовке мастеров-взрывников, а также может быть использована при подготовке горных мастеров и бригадиров проходческих бригад.

Табл. 33, илл. 97, список лит. — 14 назв.

30705—104
М Q43(gj)__75 302—75

ПРЕДИСЛОВИЕ

В горной промышленности взрывные работы широко распространены при строительстве шахт и рудников, проведении горных выработок, добыче полезных ископаемых и при выполнении многих сложных, трудоемких и энергоемких работ. С применением взрывчатых веществ (ВВ) за год в угольной промышленности проходят около 10 тыс. км горных выработок, в том числе около 4 тыс. км основных выработок. Для отбойки и рыхления угля в очистных забоях на каждые 1000 т подземной добычи расходуется 150—190 кг ВВ и 400—450 электродетонаторов и капсюлей-детонаторов.

При добыче угля подземным способом, а также при проведении капитальных горных выработок на эксплуатационных и строящихся шахтах страны за одну минуту взрывают примерно 4—5 тыс. шпуровых зарядов.

Эффективность и безопасность взрывных работ в угольных шахтах зависит от многих факторов и прежде всего от квалификации взрывников и мастеров-взрывников, непосредственно выполняющих эти работы.

Поскольку большинство наших угольных шахт отнесено к опасным по взрыву метана или пыли, взрывные работы в них разрешается вести только специальными предохранительными взрывчатыми материалами (ВМ) при строжайшем соблюдении всех мер предосторожности, предусмотренных «Едиными правилами безопасности при взрывных работах». В связи с этим ко всему персоналу, связанному с подготовкой и выполнением взрывных работ, предъявляются повышенные требования по уровню специальной подготовки в области взрывного дела, а мастера-взрывники должны сдать экзамены и получить «Единую книжку мастера-взрывника», удостоверяющую право на производство взрывных работ.

Настоящее учебное пособие, составленное в соответствии с программами по подготовке мастеров-взрывников, требованиями Единых правил безопасности [5], специальных руководств, журнальных постановлений и других нормативных документов, согласо-

ванных с Госгортехнадзором СССР или утвержденных им и соответствующими министерствами, предлагает мастерам-взрывникам необходимый минимум знаний по основным вопросам безопасности и эффективности взрывных работ.

За время, прошедшее после первого издания книги «Мастер-взрывник» (1961 г.) в области взрывных работ н промышленных ВВ произошли существенные изменения, позволившие значительно повысить безопасность и эффективность взрывных работ, особенно е угольных шахтах.

Созданы и внедряются новые предохранительные ВВ V и VI классов, более совершенные и безопасные средства взрывания (СВ), взрывные и контрольно-измерительные приборы, уточнены условия безопасного седения взрывных работ в забоях различной степени опасности, созданы специальные средства защиты от воспламенения взрывчатой атмосферы при взрывных работах и т. п.

Авторы стремились максимально учесть и изложить новые положения и достигнутый прогресс во взрывных работах.

ГЛАВА I

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗВИТИИ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

§ 1. Краткие сведения о создании взрывчатых веществ

Среди взрывчатых ссставов старейшим является дымный порох. Около 500 лет (с XIV в. до половины XIX в.) дымный порох был единственным ВВ, используемым вначале в военном деле, а затем и в промышленности. До тех пор пока в качестве ВВ применялся дымный порох, объем взрывных работ в горном деле был невелик и развитие их шло медленно. Примитивным и небезопасным бьп способ воспламенения пороховых зарядов. Для этой цели применяли простейшие огнепроводы, представляющие собой бумажные или камышовые трубки, заполненные дымным порохом, или даже просто насыпали пороховые дорожки и поджигали. Только в 1831 г. Бикфорд изобрел огнепроводный шнур, который позволил надежнее и безопаснее воспламенять пороховые заряды.

Открытие явления детонации ВВ под действием капсюля-детонатора (КД) позволило увеличить число ВВ, пригодных к применению в промышленности. В 1854 г. русскими учеными Н. Н. Зининым н Ь. Ф. Петрушевским было разработано несколько видов динамитов.

В связи с тем что при применении обычных взрывчатых веществ происходили взрывы газа и угольной пыли в шахтах, то возникла необходимость разработки и применения в шахтах, опасных по взрыву метана или пыли, бризантных ВВ с пониженной температурой взрыва. В результате специально проведенных работ были разработаны такие ВВ. Теоретическое обоснование для создания предохранительных ВВ было дано французскими исследователями Малляром и Ле-Шателье в 1888 г.

Первая регламентация допуска ВВ в угольные шахты была проведена в России в 1892 г. Были выпущены специальные правила, содержащие указания, какие именно ВВ можно применять для взрывных работ в шахтах, находящихся па газовом режиме.

В 1910 г. А. А. Скочинский на основе испытаний предохранительных ВВ в опытном штреке показал, что пониженная температура взрыва не является критерием для допуска ВВ к применению в шахтах, опасных по газу, поскольку они имеют малые предельные заряды при взрывании в канале мортиры без забойки, например, 12%-ный гризутин — 200 г, 29%-ный гризутии 35—50 г, состав Фавье — около 150 г. Однако из-за отсутствия более безопасных

предохранительных ВВ 12%-ный гризутин при взрывании по углю и 29%-ный гризутин при взрывании по породе в смешанных забоях в России применялись на шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, несколько десятилетий, вплоть до 1942 г. Для* взрывания в забоях выработок, проводимых полностью по породе, несколько десятилетий применялись динамиты (93%-ный, 83%-ный, 62%-иый), а 62%-ный труднозамерзающий динамит применяли до 1965 г.

Аммиачно-селитренные ВВ были допущены к применению на, подземных горных работах в 1931 г. В послевоенные годы на открытых и подземных горных работах широко начали применять, аммиачно-селитренные ВВ, в том числе предохранительные аммониты с добавками нитроэфиров. С появлением мощных водоустойчивых аммонитов и детонитов применение 62%-ного динамита как более опасного ВВ существенно сократилось.

§ 2. Создание средств взрывания

Развитие средств взрывания (СВ) осуществлялось также сложными путями. Нобель, используя в качестве инициирующего ВВ гремучую ртуть (открытую в 1799 г. Э. Говардом), разработал КД. в виде медной гильзы, снаряженной гремучей ртутью. Выпуск КД был начат в 1867 г. Спустя некоторое время КД стали снаряжать смесью из 85% гремучей ртути и 15% бертолетовой соли. Примерно с 1900 г. Л. Велером были предложены комбинированные КД,. в которых до 75% гремучей ртути заменено тротилом, а позже тетрилом. В 1908 г. были разработаны КД, в которых в качестве первичного инициирующего ВВ вместо гремучей ртути использовав азид свинца; с 1913 г. наряду с азидом свинца стали использовать, тенерес (тринитрорезорцииат свинца).

Русский ученый П. Л. Шиллинг в 1812 г. изобрел электровоспламенитель. После смерти Шиллинга (1837 г.) Б. С. Якоби довел электрический способ воспламенения пороховых зарядов до практического применения. Он же в 1842 г. создал первую электрическую взрывную машинку. В дальнейшем электровзрывные средства как у нас, так и за рубежом развивались в направлении совершенствования электровоспламенителя, разработки более совершенных ЭД мгновенного, замедленного, а впоследствии и короткозамедленного действия, совершенствования динамоэлектрических взрывных машинок и создания новых конденсаторных взрывных приборов.

В 1927 г. был изготовлен детонирующий шнур (ДШ) со взрывчатой сердцевиной из флегматизированной смеси азида свинца и тринитрорезорцината свинца, а через год с одним флегматизированным азидом свинца. В 1931 г. был изготовлен ДШ с флегматизированной гремучей ртутью. В 1934 г. он был заменен на ДШ,. снаряженный гремучей ртутью и тетрилом. С 1954 г. изготовляется и применяется ДШ, снаряженный флегматизированным тэном.

в 1958 г. разработаны пиротехнические реле КЗДШ-58, в 1962 г. — **КЗДШ**-62-2 и позднее — КЗДШ-69 для короткозамедленного взрывания детонирующего шнура.

§ 3. Развитие взрывных работ

Энергию взрыва ВВ используют при строительстве шахт, рудников и карьеров, при добыче руды, угля, горючих сланцев, горнохимического сырья, строительных материалов и других полезных ископаемых; при строительстве электростанций, всевозможных каналов, тоннелей, при строительстве железных и шоссейных дорог и др.

Успешное создание ВВ тесно связано с развитием теории взрыва. Исследования Н. Н. Семенова, Ю. Б. Харитона, Л. Д. Ландау, Я. Б. Зельдовича, М. А. Садовского, М. А. Лаврентьева, А. С. Седова, А. Ф. Беляева, К. К. Андреева, других ученых внесли ясность по многим вопросам явления детонации ВВ, влияния состава и физического состояния ВВ на взрывчатые характеристики и влияния условий взрывания на эффект взрыва зарядов ВВ.

В области теории предохранительных ВВ большое значение имеют работы Л. В. Дубнова, К. К. Андреева, А. И. Гольбиндера и других ученых. Разработкой мероприятий по обеспечению безопасности взрывных работ на шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, занимаются специальные отделы и лаборатории МакНИИ, ВостНИИ и других институтов.

В разработке теории образования выемок и движения породы при взрывах на выброс большое значение имеют работы М. А. Садовского, Е. П. Станюкевича, А. Ф. Беляева, Г. И. Покровского, В. Н. Родионова, Н. В. Мельникова, Г. П. Демидюка и других ученых.

Большая работа по совершенствованию техники и технологии •взрывных работ проделана трестами Союзвзрывпром, Уралвзрывпром, Кривбассвзрывпром, Желдорвзрывпром, Западвзрывпром и управлениями ряда горнообогатительных комбинатов и карьеров.

ГЛАВА II

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ТЕОРИИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

§ 4. Явление взрыва

Взрывом называют процесс крайне быстрого физического или химического превращения вещества, сопровождающийся переходом его потенциальной энергии в механическую работу. Существенным признаком взрыва является резкий скачок давления, что служит причиной возникновения в окружающей среде ударной волны, переходящей в волну напряжений. Взрывы могут быть физическими и химическими. При *физических взрывах* изменяется лишь физическое состояние вещества. Примерами таких взрывов могут быть взрывы баллонов со сжатыми газами, паровых котлов, взрывы закрытых емкостей с водой при ее замерзании и т. п. К физическим взрывам можно также отнести взрыв патрона кардокс в результате расширения и быстрого испарения жидкой углекислоты.

В практике производства взрывных работ в основном используют химические взрывы, при которых изменяется химический состав вещества с выделением тепла и образованием газообразных продуктов. *Химическим взрывом* называют крайне быстрое самораспространяющееся превращение некоторых химических веществ или смесей с выделением тепла и образованием газообразных продуктов. Вещества или смеси, способные при взаимодействии на них начального импульса к самораспространяющимся химическим превращениям в форме взрыва, называют *взрывчатыми веществами*.

Экзотермичность взрывчатого превращения обеспечивает высокую температуру взрывных газов или паров, образующихся в результате взрывчатого химического превращения. Необходимым условием для самораспрсстранения реакции взрывчатого превращения является наличие в продуктах сильно нагретых и сжатых газов, при расширении которых потенциальная химическая энергия превращается в тепловую и механическую работу. Наиболее существенным признаком взрыва является скачкообразное повышение давления до весьма высоких значений. Большая скорость превращения ВВ в конечные газообразные продукты реакции способствует чрезвычайно быстрому росту давления взрывных газов и огромного разрушающего действия взрыва. Поэтому выделение большого количества тепла и появление большого объема газов при малой

скорости взрывчатого превращения не может рассматриваться в качестве самораспространяющегося взрыва. В данном случае медленный процесс превращения вещества не обеспечивает условий для разрушающего действия.

В условиях практического применения ВВ реакцию взрывчатого превращения возбуждают в какой-либо небольшой части заряда, после чего она самопроизвольно распространяется с максимальной для данного ВВ скоростью по всему заряду. При отсутствии способности химического превращения к такому самораспространению или при утрате ее ВВ не может применяться для взрывных работ. Например, при введении в состав ВВ слишком большого количества инертных веществ, при сильном уплотнении аммонита или уменьшении диаметра заряда менее критического способность реакции к самораспространению резко снижается или полностью исчезает.

§ 5. Классификация взрывчатых веществ по составу, способу возбуждения взрыва и использованию

Для практического использования в качестве промышленных ВВ пригодны только такие индивидуальные химические вещества или смеси, которые способны к самораспространению в них реакции взрыва от соответствующего инициирующего импульса.

По составу ВВ обычно подразделяют на индивидуальные химические соединения и на механические смеси. В группу индивидуальных однородных ВВ входят химические соединения, молекулы которых обычно недостаточно устойчивы и состоят из атомов или групп, необходимых для химической реакции с образованием новых, более стойких молекул. В молекулах химических соединений атомы кислорода должны быть соединены с атомами горючих элементов посредством атомов азота, который относительно инертен к углероду, водороду и кислороду. При взрывчатом превращении в результате достаточно сильного сжатия и соударения молекулы разрушаются. Активные атомные группы освобождаются от атомов азота, вступают во взаимодействие между собой, и горючие окисляются кислородом, находящимся в молекулах этих ВВ. К индивидуальным взрывчатым химическим соединениям относятся ВВ следующих классов: 1) нитросседииения: тротил (тринитротолуол) **$C_6H_2(M0_2)$з-CHз**, дииитроиафталин **$C,oH_6(N0_2)2$**, тринитронафталин **$Ci_0H_5(NO_2)_3$**, тринитрофенол (пикриновая кислота) **$C_6H_2(N0_2)_30H$; 2)** нитрамины, из которых чаще всего используют гексоген **$C_3N_3H_6(N0_2)_3$**, тетрил **$C_6H_2(N0_2)_3NCH_3N0_2$**, октоген **$C_4N_4H_8(N0_2)_4$**; 3) нитроэфиры, содержащие одну или несколько нитратных групп **$(0N0_2)$:** нитроглицерин **$C_3H_5(0N0_2)_3$**, нитрогликоль **$C_2H_4(0N0_2)_2$**, динитрогликоль **$C,H_8(0N0_2)_2$**, тэн **$C<CH_20\backslash 0_2)_4$**, коллодиоиный хлопок C_{24}Hз$O_и$ **$(ON0_2)$**g; 4) гремучая кислота и ее соли (гремучая ртуть **$Hg(ONC)_2$; 5)** азотисто-водо-

родная кислота и ее соли (азид свинца) PbNe; 6) тенерес $C_6H\,(N0_2)_30_2PbH_20$ (тринитрорезорцинат свинца).

К механическим взрывчатым смесям горючих и окислителей относятся по существу все ВВ, применяемые при взрывных работах. Механические взрывчатые смеси содержат в своем составе чаще всего компонент, имеющий излишек кислорода, например, аммиачную селитру NH_4NO_3, нитраты калия $KN0_3$, натрия $NaN0_3$ или кальция $Ca(N0_3)_2$, а также компоненты, сгорающие в процессе взрыва частично или полностью вследствие излишка кислорода в указанных кислородоносителях. В числе сгорающих могут быть взрывчатые химические соединения, содержащие в своих молекулах недостаточное количество кислорода для полного окисления углерода и водорода, входящих в их молекулы (тротил, гексоген и др.), а также невзрывчатые горючие компоненты (парафин, древесная мука, соляровое масло, алюминиевая пудра, мипора и др.).

Основным окислителем, применяемым в составах промышленных ВВ, является аммиачная селитра NH_4N0_3, содержащая избыток кислорода в количестве 20%, а для ожелезненной селитры марки ЖВ — 19%; одновременно она содержит горючие элементы. Аммиачно-селитренные смесевые ВВ, содержащие взрывчатые нитросоединения (тротил, гексоген, динитронафталин), называют *аммонитами*.

Аммониты, в состав которых входит тонкоизмельченный алюминий, называют *аммоналами*. Смеси, содержащие аммиачную селитру и горючие невзрывчатые компоненты, называют *динамонами*. Смеси гранулированной аммиачной селитры с соляровым маслом называют *игданитами*, такие же смеси, припудренные древесной мукой или алюминиевой пудрой, называют *гранулитами*. Грубодисперсные смеси тротила с гранулированной аммиачной селитрой называют *зерногранулитами*.

Аммиачно-селитренные ВВ, содержащие в своем составе небольшие количества (до 15%) жидких нитроэфиров, в силу особенности их производства выделяют в особую группу *нитроэфирных ВВ*. Это — детониты, победиты, углениты, селектиты и другие ВВ. В особую группу выделяют динамиты (62%-ный и др.), содержащие большое количество жидких нитроэфиров, желатинированных нитроклетчаткой, благодаря которым динамиты имеют хорошую пластичность и водоустойчивость.

В состав смесевых ВВ для придания им предохранительных свойств вводят инертные добавки, такие как хлористый натрий или хлористый калий.

Все ВВ по способу возбуждения взрывчатого превращения **в** них условно разделяют на *первичные* (инициирующие) и *вторичные* (бризантные). К первичным относят весьма чувствительные к тепловым и механическим воздействиям индивидуальные ВВ, взрывающиеся в малых зарядах от сравнительно слабых механических или тепловых импульсов. К этим ВВ, которые назы-

вают инициирующими, относятся гремучая ртуть, азид свинца и тенерес. Вторичные ВВ менее чувствительны к тепловому и механическому воздействию, и для возбуждения в них взрыва необходим взрывной импульс небольшого заряда инициирующего ВВ. Из однородных вторичных ВВ чаще всего в составах смесевых промышленных ВВ используют нитроэфиры, тротил, динитронафталин и др. Более чувствительные вторичные ВВ, *такие как* тетрил, тэн, гексоген, применяют в капсюлях-детонаторах в качестве вторичных зарядов, усиливающих их инициирующий импульс на смесевые ВВ Флегматизированный тэн применяют также для изготовления **ДШ.**

По действию ВВ можно разделить на бризантные, метательные и пиротехнические составы. В качестве бризантных или дробящих ВВ используются все вторичные индивидуальные ВВ и смесевые промышленные ВВ. Метательные ВВ, к которым относятся пороха, отличаются малой скоростью взрывчатого превращения, протекающего в виде взрывного горения. Они поджигаются от тепловых источников воспламенения. Пиротехнические составы применяют для специальных целей (осветительные или сигнальные ракеты и т. п.). Во взрывном деле некоторые из них используют в качестве замедляющих составов в ЭД короткозамедленного и замедленного действия.

§ 6. Физико-химические характеристики взрывчатых веществ

Плотность ВВ — отношение массы ВВ к занимаемому им объему (выражается в г/см^3, кг/дм^3 *или* $т/м^3$) — является важнейшей характеристикой ВВ. От нее в значительной степени зависят детонационная восприимчивость ВВ к начальному импульсу, бризантность и концентрация энергии взрыва.

Плотность патрона — отношение массы патрона вместе с оболочкой к его объему.

Важным параметром ВВ является его критическая плотность, т. е. максимальная плотность, при которой в зарядах определенного диаметра взрыв устойчиво распространяется с максимальной скоростью. При взрывных работах в подземных условиях в основном применяют патронированные ВВ, имеющие плотность в патронах порошкообразных ВВ 0,85—1,25 г/см^3, в шнекованном или прессованном состоянии 1,3—1,5 г/см^3 и в пластичном состоянии 1,45—1,5 г/см^3. Плотность аммиачно-селитренных ВВ может изменяться в процессе хранения. Изменение плотности обусловливается главным образом перекристаллизацией аммиачной селитры. Плотность порошкообразных ВВ может увеличиваться при групповом и неодновременном взрывании зарядов в угольных забоях под действием импульсов взрывов смежных зарядов.

Пластичность ВВ. Пластичными называют ВВ, в консистенции которых сочетается мягкость, позволяющая легко деформировать заряды ВВ и придавать им нужную форму, и определенная жесткость, позволяющая сохранять приданную ему ферму. По сравнению с порошкообразными пластичные ВВ имеют повышенную плотность, они способны заполнять все сечение шпура при нажатии на патрон ВВ забойником, обеспечивая высокую плотность заряжания. К пластичным ВВ относятся высокопроцентные динамиты, а также водонаполненные желатинированные ВВ пластичной структуры.

Слеживаемость ВВ. Слеживаемостью называют способность некоторых порошкообразных ВВ терять сыпучесть при хранении и превращаться в прочную сплошную массу. Слежавшиеся ВВ неудобны в обращении, и хуже взрываются. Основной причиной слеживаемости аммиачно-селитренных смесевых ВВ является связывание частиц вещества вновь образующимися в процессе хранения кристаллами аммиачной селитры. Основными факторами, способствующими слеживанию, являются увлажнение состава аммонита и последующее его подсыхание, патронирование порошка аммонита при температуре его выше 30—32 °С или хранение его при повышенных температурах (более 30°С), а также сдавливание аммонита при хранении. Перекристаллизация увлажненного аммонита происходит особенно интенсивно при температуре ьодификационного превращения 30—32 °С.

Некоторые добавки, вводимые в аммиачную селитру при ее изготовлении, например фуксин, снижают прочность вновь образующихся кристаллов из жидкой фазы или ослабляют их связь с частицами, на поверхности которых они выделяются, уменьшая слеживаемость. Пониженную склонность к слеживанию имеют аммониты, изготовленные на ожелезнепной водоустойчивой аммиачной селитре марки «ЖВ», крупнодисперсные зерногранулнты и гранулиты. В большинстве случаев слежавшийся аммонит ст капсюля-детонатора не детонирует. Легко слежавшийся аммонит перед заряжанием необходимо разминать руками.

Гигроскопичность и водоустойчивость ВВ. Гигроскопичностью называют характерную для многих веществ способность поглощать влагу из окружающей атмосферы. Гигроскопичны аммиачно-селитренные ВВ, содержащие в своем составе очень гигроскопичную аммиачную селитру. Процесс поглощения влаги сухим аммонитом начинается с конденсации ведяных паров на поверхности частиц аммиачной селитры, в результате чего из нее образуется пленка водного раствора. Гигроскопичны не только растворимые соли, но и многие нерастворимые в Еоде вещества, например древесная мука, торф и т. п.

Вследствие гигроскопичности аммиачно-селитренные ВВ в результате увлажнения могут частично или полностью терять способность к взрыву. Подсушивание таких ВВ после сильного их увлажнения не всегда приводит к восстановлению прежней детона-

ционной *способности,* бризантности, так как при подсушивании происходят перекристаллизация аммиачной селитры, укрупнение частиц и изменение структуры ВВ. Кроме того, гигроскопичность аммонитов способствует их слеживанию. Из ВВ, содержащих в своем составе нарядус аммиачной *или* натриевой селитрой жидкие нитроэфиры, последние вытесняются влагой, поглощаемой из воздуха, *и* выделяются на поверхности патронов в свободном виде, что изменяет структуру ВВ и создает опасность обращения с такими ВВ.

Водоустойчивыми называют такие ВВ, заряды которых способны при непосредственном соприкосновении с водой сохранять в течение некоторого времени неизменными свои взрывчатые свойства *или* изменять их в незначительных пределах. Взрывчатые свойства ВВ при контакте их с *водой* могут изменяться вследствие флегматизирующего действия воды или в результате растворения в воде отдельных компонентов ВВ (аммиачной селитры, хлористого калия и др.).

В последние годы стали широко применять аммониты, детониты, *углениты* и *другие* ВВ с достаточно высокой водоустойчивостью. Порошкообразные ВВ по своей структуре следует рассматривать как системы, состоящие из мгожества капилляров. При погружении в воду неводоустойчивых ВВ эти капилляры быстро заполняются водой. Однако если капилляры обработаны несмачивающимися веществами, вода в них не поступает. Смачивающиеся водой вещества называют гидрофильными, а не смачивающиеся — гидрофобными. Ряд компонентов промышленных ВВ являются гидрофильными, особенно чистая аммиачная селитра, хлористый калий и другие. При введении в состав ВВ тонкоизмельченных гидрофобных веществ, например стеаратов кальция, цинка, асфальтита и т. п., или при специальной обработке аммиачной селитры, ведущей к ее гидрофобизации, *порошкообразные* ВВ становятся водоустойчивыми.

Большинство гидрофобных добавок сильно флегматизируют ВВ и делают их менее восприимчивыми к начальному импульсу. Ввиду этого для придания необходимой водоустойчивости в состав ВВ вводят наиболее активные гидрофобные добавки, которые в ничтожных количествах препятствуют проникновению воды в капилляры. Широко применяется обработка аммиачной селитры солями жирных кислот, которые, покрывая тонким слоем ее кристаллы, придают селитре водоустойчивость. Практикуется и другой способ обеспечения водоустойчивости ВВ, например введением добавок, способных при поглощении воды набухать, что также защищает от проникновения воды во всю массу ВВ.

Эксудация ВВ. Способность некоторых ВВ выделять из своего состава жидкие или легкоплавкие компоненты при хранении называют эксудацией. Эксудация наблюдается у ВВ со значительным содержанием нитроэфиров, например у динамитов, а также У гранулированных ВВ, содержащих жидкие нефтепродукты.

§ 7. Основные формы превращения взрывчатых веществ

Химические превращения ВВ могут протекать в форме термического распада, горения или детонации. Термический распад — это сравнительно медленная химическая реакция, происходящая во всем объеме ВВ, скорость которой определяется температурой окружающей среды. При нормальной температуре хранения скорость термического распада для промышленных ВВ ничтожно мала и все тепло, выделяющееся в процессе реакции, отдается окружающей среде. Практически все ВВ, как недостаточно устойчивые системы, подвержены термическому распаду, ввиду чего при их хранении в хранилищах не допускается повышение температуры выше +30 °С.

Горение ВВ — это быстрая самораспространяющаяся химическая реакция, при которой теплота реагирующих слоев ВВ передается следующим слоям путем теплопередачи, т. е. при горении прогревается только поверхностный слой ВВ. В результате горения этого слоя образуются газы с высокой температурой, которые нагревают следующий слой ВВ, вызывая в нем химическую реакцию. Этот процесс передается от слоя к слою до сгорания всего заряда. Поскольку процесс передачи тепла медленный, а скорость горения ВВ определяется его теплопроводностью, то она обычно невелика и составляет несколько миллиметров в секунду. У большинства ВВ скорость горения увеличивается с повышением давления. При определенных условиях, способствующих быстрому росту давления, например в замкнутом прочном объеме или при горении больших количеств ВВ, горение ВВ может перейти в детонацию.

Детонация ВВ — это такая форма их взрывчатого превращения, которая вызывается проходящей по заряду ударной волной и характеризуется постоянной и наибольшей для данных условий и состояния ВВ скоростью распространения химического превращения ВВ. При детонации сжатие и разогрев, вызывающие реакцию взрывчатого превращения, распространяются по заряду ВВ в виде детонационной волны, поддерживаемой химической реакцией. Выделение энергии в детонационной волне происходит со скоростями в несколько километров за секунду. Большинство промышленных ВВ имеет скорость детонации 3—5 км/с. При детонации ВВ в очень малый промежуток времени выделяется большое количество тепла, а образующиеся раскаленные взрывные газы находятся под давлением десятков и сотен тысяч атмосфер. Такое резкое повышение давления обусловливает сильное разрушающее действие взрыва. Например, при взрыве патрона ВВ, помещенного на глыбе породы, последняя в тысячные доли секунды ударом расширяющихся раскаленных газов будет раздроблена. Если такой же патрон ВВ, способный гореть при атмосферном давлении, поджечь, то он сгорит спокойно и глыба породы останется неразрушенной. При горении патрона выделялось примерно такое же количество тепла и образо-

вывалось столько же газов, как *и при* детонации, но скорость выделения энергии при горении была в миллион раз меньше, чем при детонации, поэтому детонация и горение ВВ существенно различаются по конечному результату их воздействия.

Скорость, с которой распространяется детонационная волна по *заряду,* принято называть скоростью детонации, т. е. той максимальной скоростью, с которой данное ВВ может подвергаться взрывчатому разложению при заданных условиях взрывания. Во фронте детонационной волны постоянство давления поддерживается за счет энергии *химического* превращения, обеспечивающей распространение *детонации* с постоянной сверхзвуковой скоростью по заряду любой длины.

§ 8. Начальный импульс для возбуждения детонации взрывчатых веществ

Для начала реакции *взрывчатого* превращения ВВ ему необходимо сообщить извне некоторое минимальное количество энергии. Интенсивность воздействия или величина минимального начального импульса, необходимого для возбуждения реакции взрывчатого превращения, для разных ВВ различна и зависит от их чувствительности к тому *или* иному *виду внешнего импульса.*

Из числа используемых ВВ наиболее чувствительными к таким внешним импульсам, *как луч огня,* накол, удар, являются инициирующие. Главной особенностью инициирующих ВВ является то, *что в* результате *этих* воздействий *они* легко поджигаются и их горение практически мгновенно переходит в детонацию. Вторичные ВВ в обычных условиях не способны детонировать от-поджигания. Для возбуждения в них детонации необходим более мощный начальный импульс, например от капсюля-детонатора, представляющего собою *устройство из инициирующего* ВВ и определенной навески бризантного ВВ. Поскольку КД является сложным инициирующим устройством, в нем различают первичный инициирующий заряд, в качестве которого используют азид свинца, гремучую ртуть *и* другие, *и* вторичный, в *качестве* которого применяют тетрил, тэн, гексоген. Инициирующее ВВ в КД поджигают огнепроводным шнуром или электровоспламенителем. От поджигания инициирующее ВВ детонирует и вызывает детонацию вторичного ВВ в капсюле-детонаторе, детонация которого уже является начальным импульсом для возбуждения детонации основного заряда ВВ в патроне-боевике. Дальше детонация распространяется по всему заряду ВВ, если при этом отсутствуют факторы, способные ее прервать.

В случае применения малочувствительных ВВ для возбуждения в них детонации применяют КД *или ДШ в* сочетании с промежуточным детонатором — небольшим зарядом из более чувствительного к начальному импульсу мощного ВВ (шашки-детонаторы типа

Т-400, ТЕТ-150, ТГ-500, ПТ-300, аммонита, детонита и др.). Восприимчивость к начальному импульсу ВВ зависит от их плотности, содержания влаги и других физико-химических характеристик. Чувствительность промышленного ВВ не должна быть слишком высокой из-за опасности их изготовления и применения, но она не должна быть и слишком малой. В практических условиях возможны случаи изменения состояния ВВ, приводящие к снижению их чувствительности к начальному импульсу. Так, например, при увлажнении, сильном слеживании или уплотнении и т. п. аммониты теряют восприимчивость к инициирующему импульсу. Необходимо, чтобы ВВ имело определенный минимум чувствительности и взрывалось бы устойчиво от обычного импульса.

§ 9. Давление при детонации взрывчатых веществ

Взрывчатое превращение ВВ, вызванное и обусловленное ударной волной, распространяющейся по заряду с постоянной, максимально возможной в данных условиях, скоростью, называют детонацией. ВВ, будучи сильно сжатыми во фронте ударной волны, подвергаются химическому превращению в очень узкой зоне, непосредственно перемещающейся за ударной волной. Высокое давление во фронте ударной волны поддерживается за счет энергии, выделяющейся в зоне химической реакции, неотрывно следующей за фронтом ударной волны. Детонация происходит до тех пор, пока впереди детонационной волны имеется ВВ, способное к самораспространяющейся взрывной реакции, т. е. до окончания детонации всего заряда. О развивающихся давлениях в детонационной волне можно судить по расчетным данным, вытекающим из современных представлений о теории детонации.

Давление взрывных газов $P_л$ за фронтом детонационной волны тем больше, чем выше удельная энергия взрыва ВВ. Кроме того, оно пропорционально плотности ВВ $р_0$, т. е. концентрации массы ВВ в единице объема:

$$P_Я = 4Лр_0, \ кгс/м^2, \tag{1}$$

где А — удельная энергия взрыва, определяемая перемножением теплоты взрыва *Q,* отнесенной к абсолютному нулю, на механический эквивалент тепловой энергии Е, равный 427.

Подставив значения исходных данных того или иного ВВ, нетрудно определить величину давления за фронтом детонационной волны. Так, например, для аммонита скального № 1, прессованного до плотности 1500 кг/м^3, теплота взрыва которого равна 1292 ккал/кг, удельная энергия взрыва составляет 551 684. При этом давление взрывных газов за фронтом детонационной волны составит

$$P_Л = 4Лр_0 = 4\text{-}551\ 684\text{-}1500 = 3310\ 104000 \ кгс/м^2,$$

$$или \ 331\ 010 \ кгс/см^2.$$

Приведенный расчет показывает, что наиболее сильное начальное давление взрывных газов оказывается чрезвычайно высоким и во много раз превосходит значения временного сопротивления на раздавливание всех известных самых крепких металлов и горных пород. Именно этим и обусловлено разрушающее действие взрыва.

§ 10. Скорость детонации взрывчатых веществ и методы ее определения

Для различных ВВ скорость детонации находится в пределах *от 1 до 9* м/с. Однако одно и то же ВВ в зависимости от физического состояния и условий взрывания может детонировать с различными скоростями. На скорость детонации большое влияние оказывают диаметр заряда, плотность ВВ и другие факторы.

При диаметре заряда, близком к критическому, скорость детонации будет минимальной. При постепенном увеличении диаметра заряда выше критического скорсcть детонации будет возрастать. По достижении некоторого диаметра заряда для данного ВВ дальнейшее увеличение скорости детонации практически не происходит; такой диаметр заряда называют предельным. Для однородных ВВ при переходе от критического диаметра к предельному относительное увеличение скорости детонации невелико, а для порошкообразных смесевых ВВ малой плотности оно больше. Ниже показано изменение скорости детонации аммонита № 7 в зависимости от диаметра заряда:

Диаметр за; яда, мм .	23	25	33	35	43	45	53	60	70	80
Ско, ость детонации, км/с	2,33	2,83	3,08	3,35	3,5	3,53	3,63	3,82	4,0	4,05

Повышение плотности ВВ до критического значения увеличивает скорость детонации как однородных, так и смесевых ВВ. Увеличение плотности ВВ сверх критической в смесевых ВВ приводит к затуханию детонации в заряде. Ниже приведены данные влияния плотности на скорость детонации тротила:

Плотность, г/см^3. . .	0,81	0,91	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,55	1,6
Ско(ость детонации, км/с	4,4	4,7	5,0	5,3	5,6	5,8	6,2	6,5	6,7	7,2

Существующие способы определения скорости детонации ВВ можно разделить в основном на две группы. К первой группе относятся способы, позволяющие определить скорость детонации в каждой точке по всей длине испытуемого заряда ВВ. Ко второй относятся методы, с помощью которых устанавливается средняя скорость детонации на каком-либо фиксированном отрезке заряда

Определение скорости детонации при помощи измерительных приборов производят только в специально оборудованных лабораториях или на полигонах в научно-исследовательских институтах. Для этого в большинстве случаев используют измерители времени высокой точности, позволяющие определить время прохождения детонации между фиксированными точками заряда на определенной его длине. Разделив пройденный путь детонации на время (обычно в миллионных долях секунды — микросекундах), определяют скорость детонации.

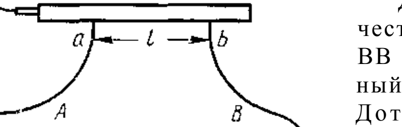


Рис. 1. Схема определения скорости детонации по Дотришу.

Для практического контроля качества выпускаемых и применяемых ВВ как наиболее простой и доступный может быть использован метод Дотриша (рис. 1). Этот способ основан на сравнении измеряемой скорости детонации испытуемого ВВ с заранее известной скоростью детонации ДШ и не требует точных приборов для измерения времени детонации.

В заряд испытуемого ВВ длиною около 0,4 м и диаметром 32 или 36 мм на расстоянии один от другого 0,3 м вводят два отрезка ДШ *А* и *В*. Длина отрезков *А и В* равна соответственно 1,5 и 1 м. Свободные концы отрезков ДШ укладывают на свинцовую или стальную пластинку К толщиной 2—4 мм и длиной 0,3—0,4 м. На пластинке отмечают ее середину поперечной линией О и отрезки ДШ размещают так, чтобы конец отрезка Л точно совпадал с одним концом пластинки (точка *d)*, а конец отрезка *В* — с другим в точке *с*. В более длинный конец от места ввода ДШ в испытуемый заряд вводят капсюль-детонатор или электродетоиатор.

Во время взрыва испытуемого заряда детонационная волна„ дойдя до точки *а*, возбудит детонационную волну в отрезке *А* и дальше пройдет по заряду ВВ и по отрезку *А*. В точке *б* вызовет детонацию в отрезке *В* детонирующего шнура. Детонационные волны, возникшие в отрезках ДШ, движутся навстречу друг другу и встречаются в какой-то точке /. В результате столкновения детонационных волн давление значительно возрастает и на пластинке фиксатора, на которой располагались концы ДШ, будет образовано характерное углубление, от центра которого производят необходимые замеры.

Зиая длину участка между вводами концов ДШ в заряде ВВ I (м), скорость детонации ДШ (м/с) и расстояние на пластинке от намеченного центра до точки встречи детонационных волн *h* (м)г можно рассчитать среднюю скорость детонации испытуемого ВВ

д ВВ $A + B + 2h$, м/с. (2)

§11. Факторы, влияющие на скорость и устойчивость детонации

При взрывных работах патронированными ВВ часто встречаются с весьма нежелательными явлениями затухания или неполной детонации шпурового заряда ВВ. Устойчивость детонации шпуровых зарядов определяется как химическим составом ВВ, так и его физическим состоянием, а также условиями, при которых происходит взрыв. К физическим факторам, определяющим устойчивость детонации удлиненного заряда, относятся диаметр заряда, плотность ВВ в заряде, степень измельчения однородных ВВ или компонентов в смесевых ВВ, равномерность их смешения, влажность аммиачно-селитренных ВВ, наличие и характер оболочки, мощность начального импульса и т. п.

Известно, что устойчивая детонация удлиненных зарядов взрывчатых химических соединений и особенно механических смесей возможна лишь при диаметре заряда, превышающем значение критического диаметра. *Критическим диаметром* называют минимальный диаметр заряда бризантного ВВ, при котором обеспечивается его устойчивая детонация без затухания по всему заряду. При взрыве удлиненного заряда сразу же после прохождения детонационной волны объем взрывных газов быстро растет, а их давление и температура очень быстро снижаются. При этом вблизи от боковой поверхности заряда некоторый слой ВВ не успевает полностью разложиться и частично разбрасывается. Энергия взрыва в поверхностном слое ВВ выделяется только частично. Поэтому с уменьшением удельной энергии взрыва уменьшается и скорость распространения детонационной волны в таких зарядах. Постепенно уменьшая диаметр заряда, можно получить такую его величину, при которой детонационная волна не будет распространяться по заряду ВВ.

Согласно принципу Ю. Б. Харитона, детонация в удлиненном заряде будет устойчивой при условии, что продолжительность реакции во фронте детонационной волны будет меньше продолжительности разброса внешнего слоя ВВ. Продолжительность разброса увеличивается с увеличением диаметра заряда. Если продолжительность реакции во фронте детонационной волны велика, то для устойчивой детонации таких ВВ диаметр зарядов должен быть достаточным. Если ВВ обладает большой скоростью взрывчатого превращения и время реакции во фронте детонационной волны мало, то детонация может быть устойчивой даже при малом диаметре заряда. Например, для азида свинца критический диаметр составляет десятые доли миллиметра. При малом диаметре заряда относительные потери взрывных газов в боковых направлениях могут стать настолько большими, что распространение детонации станет невозможным.

Величина критического диаметра детонации является мерой детонационной способности ВВ: чем меньше диаметр заряда, в кото-

ром ВВ способно депонировать, тем выше детонационная способность этого ВВ. Величины критического диаметра для некоторых ВВ при плотности 0,9—1,0 г/см^3 и размере частиц около 0,18 мм при взрывании в стеклянных трубках следующие: для азида свинца 0,01—0,02 мм, для тэна 1,0—1,5, для гексогена 1,0—1,5, для тетрила 0—7, для тротила 8—10, для аммонита № 6 ЖВ 10—12 мм и для аммиачной селитры 80—100 мм. С увеличением размера частиц ВВ величина критического диаметра детонации возрастает. Так, для тротила при величине частиц 0,С6 мм критический диаметр равен 9 мм, а при величине частиц 0,5 мм — 28 мм.

Наибольшую детонационную способность и соответственно меньший критический диаметр детонации имеют составы ВВ с более высоким содержанием активных компонентов (тротила, гексогена и др.). Примеси инертных веществ в составе ВВ понижают скорость детонации и увеличивают критический диаметр заряда.

Плотность ВВ в заряде оказывает большое влияние на устойчивость его детонации. При относительно малой плотности увеличение ее до определенных величин приводит к повышению скорости детонации и уменьшению критического диаметра. При относительно большой плотности некоторые ВВ в определенных условиях детонируют неустойчиво, т. е. с затухающей детонацией. При превышении критической плотности ВВ в зарядах данного диаметра детонация становится неустойчивой. Как и критический диаметр, критическая плотность зависит от физического состояния, степени измельчения компонентов и от состава ВВ. Например, порошкообразный мелкокристаллический тротил, спрессованный до плотности 1,46 г/см^3, детонирует при диаметре заряда 2,1 мм. порошкообразный при плотности 0,9—1,0 г/см^3 детонирует при диаметре заряда 8—10 мм, а литой тротил при плотности 1,64 г/см^3 детонирует только в зарядах диаметром не менее 32 мм.

Сказанное выше относится к зарядам, взрываемым в стеклянных трубках или в бумажных оболочках. Если заряд заключен в прочную массивную оболочку из достаточно плотного материала, взрывные газы в начальный момент не могут свободно и быстро расширяться, что препятствует разбросу внешнего слоя ВВ и уменьшает относительные пстери газов в боковых направлениях. Все это увеличивает давление взрывных газов, которое идет на поддержание детонационного режима в заряде ВВ. В конечном итоге такая оболочка значительно уменьшает величину критического диаметра и обеспечивает устойчивую детонацию при относительно малых диаметрах зарядов, при взрыве которых без прочной оболочки детонация резко затухает. Например, детонация чистой тонкоизмельченной аммиачной селитры при плотности 0,8 г/см^3, помещенной в стальную оболочку с толщиной стенки 20 мм, при диаметре заряда 7 мм и взрывании капсюлем-детонатором является вполне устойчивой, скорость ее составляет 1500 м/с. В то же время критический диаметр аммиачной селитры при взрывании без оболочки,

как уже упоминалось, составляет 80—100 мм. В практическом применении шпурсвых зарядов ВВ окружающая заряд горная порода выполняет роль массивной прочной оболочки, улучшая условия детонации ВВ.

Устойчивую детонацию зарядов большинства ВВ можно обеспечить повышением мощности начального инициирующего импульса. Однако для ряда простейших ВВ, например' игданитов, гранулитов, акватолов, требующих достаточно мощных детонаторов, при даметре заряда' ниже критического невозможно обеспечить устойчивую детонацию.

§ 12. Передача детонации

Явление передачи детонации одного заряда ВВ (активного) другому заряду (пассивному), находящемуся на некотором расстоянии, называют иередачей детонации на расстояние. Заряд, инициируемый от капсюля-детонатора или электродетонатора, называют активным, или передающим детонацию, а заряд, которому передается детонация, называют пассивным, или воспринимающим детонацию.

Для возбуждения детонации в пассивном заряде при взрыве активного заряда необходимы следующие условия: некоторое давление ударной волны и взрывных газов, зависящее от чувствительности ВВ пассивного заряда; некоторое минимальное время действия давления, необходимое для возникновения детонации в пассивном заряде.

Возникновение детонации в пассивном заряде определяется в основном величиной критического давления, которое для высокочувствительных ВВ типа азида свинца составляет несколько десятков атмосфер; для таких ВВ, как гексоген, жидкий нитроглицерин, — сотни атмосфер, а для аммиачно-селитренных ВВ — тысячи атмосфер и более. При определенных условиях и, в частности, при наличии у активного заряда металлической или другой твердой оболочки детонация пассивному заряду может передаваться на значительные расстояния осколками оболочки.

Расстояние передачи детонации зависит от характеристик активного и пассивного зарядов. Для активного заряда решающими факторами являются: масса заряда и удельная энергия взрыва, а также диаметр заряда, плотность ВВ, скорость детонации, характер оболочки заряда; для пассивного заряда — чувствительность ВВ и восприимчивость к детонации, которые зависят от состава, диаметра заряда, плотности ВВ, размера частиц, влажности, наличия в составе флегматизирующих или инертных добавок и Других факторов. У ВВ, содержащих нитроэфиры, передача детонации больше, чем у аммиачно-селитренньгх ВВ. При увеличении массы активного патрона с 200 до 300 г расстояние передачи детонации аммонитов увеличивается на 0,5—1 см.

С увеличением содержания флегматизирующих или инертных веществ в составе ВВ расстояние передачи детонации значительно уменьшается, а при увеличении содержания активных компонентов (тротила, гексогена, нитроэфиров) передача детонации увеличивается. При сильном увлажнении, слеживании или переуплотнении аммиачно-селитренных ВВ детонация на расстояние не передается или передается на незначительное расстояние. Расстояние, на которое передается детонация, находится в линейной зависимости от диаметра патронов ВВ. Чем выше плотность ВВ в активном патроне и чем меньше плотность в пассивном, тем на большее расстояние передается детонация. С увеличением времени хранения ВВ расстояние передачи детонации для многих смесевых ВВ значительно снижается.

Передача детонации сильно возрастает при размещении патронов в каналах или трубах. ВВ, которые на открытом воздухе передают детонацию только при расположении патронов впритык, помещенные в стальную или в картонную трубку передают детонацию на расстояние нескольких сантиметров. На угольных шахтах, где взрывные работы производят шпуровыми зарядами, патроны ВВ находятся в окружении плотного массива горной породы, что, как правило, способствует увеличению расстояния передачи и скорости детонации ВВ.

Большое значение имеет среда, через которую передается детонация. Через воздух детонация передается на большее расстояние, чем через твердые преграды. Значительным препятствием для передачи детонации являются глина, песок, буровая мелочь, угольный штыб и другие материалы. Этим объясняются случаи неполной детонации и выгорания зарядов ВВ в шпурах при попадании между торцами патронов указанных материалов. Это случается при заряжании плохо очищенных шпуров, а также вследствие недосылания патронов, между торцами которых в результате неодновременного взрывания сближенных зарядов попадает разрушенная порода.

§ 13. Чувствительность взрывчатых веществ к механическим воздействиям

В практике изготовления и применения ВВ основными формами механического воздействия на ВВ могут быть удар или трение, при которых вещества нагреваются. Химическое превращение ВВ под действием тепла, выделяющегося при ударе или трении, может возникнуть лишь в том случае, если энергия механического воздействия обеспечит повышение температуры некоторого количества ВВ до уровня, необходимого для мгновенного воспламенения ВВ. Энергией удара можно нагреть отдельные небольшие локальные участки в массе ВВ до температуры его воспламенения. Образование локальных горятах точек при ударе происходит вследствие адиабатического сжатия пузырьков газа или воздуха, имеющегося

в составе ВВ в виде включении. Вблизи горячих точек за времж удара успевает произойти химическая реакция превращения ВВ. Выделяющейся при этом энергии может оказаться достаточно для возбуждения взрывчатого превращения соседних слоев ВВ с последующим распространением реакции взрывчатого превращения, на весь заряд ВВ. Важным условием распространения взрывчатого превращения является то, что образовавшимся взрывным газам некуда расширяться: с одной стороны находится поверхность ударника, с другой — ВВ, поэтому они создают большое давление, которое сжимает соседний слой ВВ. Сжатие вызывает разогрев и быструю реакцию. Чувствительность ВВ к удару определяют на специальном копре. На навеску ВВ (0,05 г), заключенную в штемпельный приборчик, сбрасывают с некоторой высоты груз определенной массы (от 3 до 10 кг). В настоящее время принят метод, по которому определяют процент взрывов (частность взрывов) из 25 испытаний и более при падении груза массой 10 кг (для некоторых ВВ 5 или 2 кг) с высоты 25 см. Чувствительность к удару инициирующих ВВ определяют на небольших копрах с грузом 0,5—1,8 кг; ВВ, имеющие чувствительность к удару менее 7 см, считаются очень опасными в обращении, и перевозка их в обычном порядке воспрещается.

Чувствительность ВВ к удару зависит от химических свойств ВВ, физического состояния, наличия примесей и других факторов. Увеличение плотности ВВ способствует снижению их чувствительности к удару. Введение в состав ВВ масла, жиров, воска, парафина или других примесей, как правило, снижает чувствительность ВВ к механическим воздействиям. С повышением температуры ВВ чувствительность к удару, как правило, возрастает.

Введение в состав ВВ инертных примесей, таких как песок, металлические опилки, порошок стекла и другие, с большей твердостью и температурой плавления, чем ВВ, резко повышают чувствительность ВВ к механическим воздействиям. На местах производства взрывных работ необходимо следить за тем, чтобы в ВВ не попали твердые примеси, так как это увеличивает опасность обращения с такими ВВ. Обычно чувствительные к удару ВВ чувствительны и к трению.

На шахтах при ударно-поворотном или вращательном бурении шпуров и случайном попадании коронкой или резцом на остатки невзорвавшихся ВВ в шпуре может произойти загорание аммонита или взрыв ЭД и таких ВВ, как скальный аммонит и детониты.

§ 14. Кислородный баланс

Кислородным балансом называют избыточное, достаточное или недостаточное количество кислорода в взрывчатом веществе по сравнению с количеством, необходимым для полного окисления содержащихся в нем углерода, водорода и других эле-

ментов, способных к окислению при взрыве. Носителями кислорода в ВВ являются обычно соли азотной кислоты — аммиачная, натриевая или калиевая селитра и т. п. Кислородный баланс может быть нулевым, положительным или отрицательным. Нулевым считается такой кислородный баланс, при котором в составе ВВ кислорода содержится столько, сколько его необходимо для полного окисления всех горючих элементов, входящих в состав ВВ, т. е. углерода, водорода или твердых горючих добавок. Если количество кислорода недостаточно для полного окисления горючих элементов, то кислородный баланс считается отрицательным. При избытке кислорода в составе ВВ кислородный баланс его положительный. Кислородный баланс выражают обычно в процентах из расчета на 100 г ВВ.

Теплота, выделяющаяся при взрыве ВВ, и состав взрывных газов в значительной степени зависят от соотношения горючих элементов и кислорода в составе ВВ. Наиболее эффективным является ВВ с нулевым или близким к нулевому кислородным балансом, так как при полном окислении горючих элементов выделяется максимально возможное количество тепла. Например, при полном окислении углерода до углекислого газа ($C+O_2 \rightarrow CO_2$) выделяется 94 ккал тепла, а при сгорании до окиси углерода ($2C+O_2 \rightarrow 2CO$) выделяется всего лишь 26 ккал тепла.

При недостатке кислорода в составе ВВ во взрывных газах содержатся твердый углерод в виде сажи и ядовитая окись углерода CO. При избытке кислорода во взрывных газах присутствуют ядовитые окислы азота NO и NO_2, на образование которых расходуется значительное количество тепла, что уменьшает энергию взрыва ВВ. Поэтому ВВ, предназначенные для производства взрывных работ в подземных условиях, обычно имеют нулевой или близкий к нулевому кислородный баланс. Однако полностью исключить образование ядовитых газов при взрывных работах в шахтах не удается, поскольку вместе с компонентами, входящими в состав ВВ, в реакции взрывчатого превращения участвуют материалы оболочки патронов, мелкая угольная пыль, находящаяся в шпуре. Кроме того, на образование ядовитых газов могут влиять увлажнение, слеживание, переуплотнение ВВ и т. п.

Для оценки ВВ с точки зрения возможности применения в подземных условиях их испытывают на способность к образованию ядовитых газов при взрыве ВВ. Учитывая повышенную токсичность окислов азота, ее количество выражают через условную окись углерода, а общее количество токсичных газов выражают в виде суммы объема окиси углерода и объема окислов азота, умноженного на коэффициент 6,5. В соответствии с инструкцией при расчете вентиляции газовость ВВ принимается равной 100 л/кг при взрывании по углю и 40 л/кг при взрывании по породе в пересчете на окись углерода. Исходя из этого устанавливается минимальное время на проветривание забоя после взрывных работ, раньше которого в него входить запрещается.

§ 15. Объем газов, теплота и температура взрыва

Объем газов при взрыве важно знать для оценки работоспособности ВВ. Превращение энергии взрыва ВВ в механическую работу происходит тем полнее, чем больше объем газов, образующихся при взрыве. Объем газов при взрыве 1 кг промышленных ВВ находится в широких пределах — от 300 до 1000 л/кг. Он зависит от состава ВВ, его плотности и других факторов.

Теплотой взрыва называют количество тепла, выделяющегося при взрывчатом превращении 1 кг ВВ. Теплота взрыва является характеристикой, определяющей работоспособность ВВ. Обычно чем выше *теплота* взрыва, тем выше и работоспособность ВВ. При взрыве большинства промышленных ВВ выделяется от 600 до 1400 ккал/кг тепла. Отдельные индивидуальные ВВ выделяют более 1500 ккал/кг, а высокопредохранительные маломощные — менее 600 ккал/кг.

Максимальную температуру, до которой могут нагреваться продукты взрыва, называют температурой взрыва. Температура взрыва обычно выше у тех ВВ, у которых больше теплота взрыва и меньше теплоемкость продуктов взрыва. Температура взрыва *повышается при* введении в состав ВВ некоторых веществ, например алюминия, и понижается при введении инертных солей, увеличивающих суммарную теплоемкость продуктов взрыва. Температура взрыва наиболее распространенных ВВ находится в пределах 1800—4400°С, а предохранительных ВВ — 1500—2500°С.

§ 16. Бризантное действие взрывчатых веществ

Бризантное, или дробящее действие взрыва определяют способом Гесса (рис. 2), сущность которого состоит в том, что цилиндрический заряд испытуемого ВВ (50 г) взрывают на свинцовом столбике определенной высоты и измеряют величину его обжатия после взрыва. Для этого заряд помещают в цилиндрическую бумажную гильзу из плотной бумаги внутренним диаметром 40 мм с *прикрепленным* дном из тонкой бумаги. Навеску ВВ специальным пуансоном подпрессовывают до плотности 1 г/см^3 с одновременным образованием гнезда для детонатора. Поверх навески ВВ вкладывают картонный кружок с отверстием в центре. Затем в гнездо вставляют КД с отрезком огнепроводного шнура *или* ЭД. Подготовленный заряд устанавливают на стальной диск толщиной 10 мм и диаметром 41 мм, расположенный на свинцовом цилиндре Диаметром 40 мм и высотой 60 мм. Предварительно штангенциркулем замеряют высоту цилиндра с четырех сторон. Свинцовый цилиндр устанавливают на стальной плите толщиной не менее 20 мм. Заряд укрепляют оттяжками. При взрыве происходит обжатие свинцового цилиндра. Замер высоты цилиндра до и после взрыва Дает возможность определить величину обжатия в миллиметрах, которая косвенно характеризует бризантность испытуемого ВВ.

Расхождение между двумя параллельными опытами допускается не более 1 мм. Однако на величину бризантности влияют кроме плотности заряда его влажность, однородность смешивания, степень измельчения компонентов и др. При определении бризантности способом Гесса заряд ВВ одним торцом помещают на стальной пластинке. Поэтому деформация или обжатие цилиндрика осуществляется не полным импульсом взрыва, а только головной его частью, т. е. импульсом части заряда, неспосредственно прилегающей к стальной пластинке. Бризантность труднодетонируемых ВВ определяют взрыванием зарядов длиною до четырех диаметров его в стальной оболочке.

Для определения бризантности ВВ с помощью баллистического маятника заряд испытуемого ВВ (50 г) устанавливают на торце рабочего тела маятника, свободно подвешенного на подвесках. Массу маятника подбирают в пределах 60—70 кг. Величина отклонения маятника в результате импульсного воздействия взрыва характеризует бризантное действие ВВ.

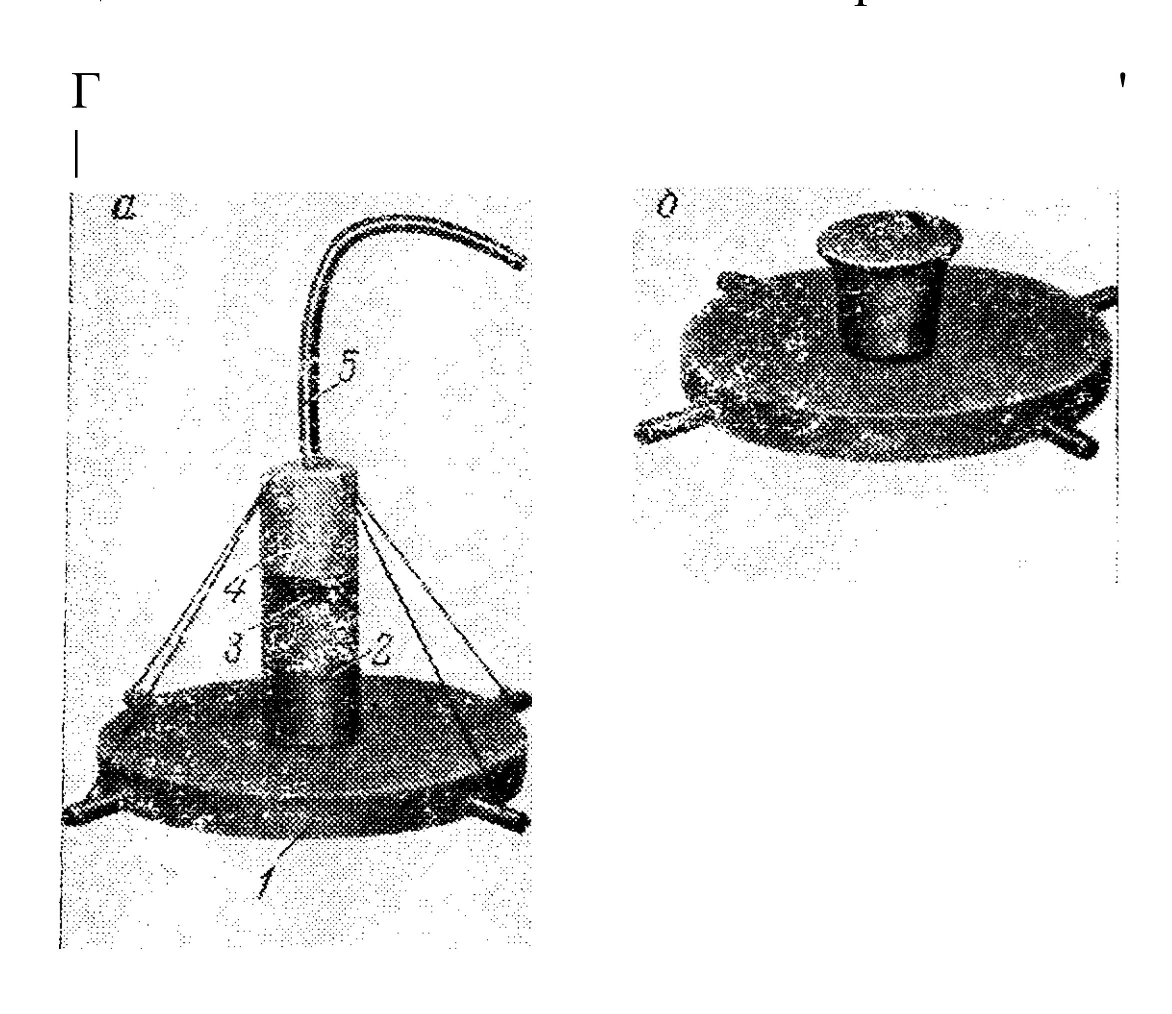


Рис. 2. Определение бризантности по Гессу:
а — общий вид; б — свинцовый столбик после испытания; 1 — стальная плита; 2—свинцовый столбик; *3* — стальная плита; *4* — патрон с испытуемым ВВ; 5 — детонатор

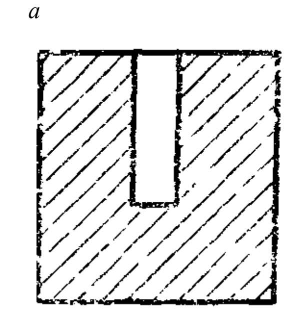
§ 17. Работоспособность взрывчатых веществ

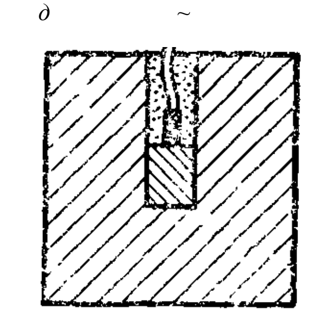
Работоспособность ВВ характеризует его способность производить при взрыве разрушение горных пород. Самым надежным способом определения работоспособности ВВ является испытание их в производственных условиях. Однако подобные испытания очень сложны и дороги. Поэтому существует несколько способов относительной оценки работы взрыва, позволяющих сравнивать различные ВВ по их работоспособности.

Наиболее распространенным способом практической оценки условной работоспособности ВВ является испытание и определение расширения канала свинцовой бомбы Трауцля (рис. 3, а) взрывом заряда ВВ стандартной массы. Для испытания применяют бомбы, отлитые из чистого рафинированного свинца. Бомба имеет форму .цилиндра, высота и диаметр которого 200±2 мм. В бомбе имеется

несквозной канал по оси цилиндра глубиной 125±2 мм и диаметром 25±0,5 мм.

Заряд массой 10±0,01 г испытуемого ВВ плотностью около 1 г/см^3 помещают в бумажную гильзу. В специально сделанное гнездо в заряде помещают КД или ЭД. Подготовленный таким образом заряд ВВ вводят в канал бомбы до его дна (рис. 3, б). Свободное пространство канала над зарядом засыпают кварцевым песком, просеянным через сито № 144 (144 отверстия на 1 см^2). Затем производят взрыв заряда ВВ, после чего образующуюся в бомбе грушевидную полость (рис. 3, в) очищают волосяным ершом, содержимое удаляют перевертыванием бомбы и замеряют объем полости водой, заливаемой из стеклянного мерного цилиндра. Из полученного объема вычитают первоначальный объем канала и объем той полости, которая получается при взрыве одного капсюля-детонатора без заряда ВВ (этот объем примерно равен 30 см^3). Полученная разность и дает численное значение работоспособности испытуемого ВВ в кубических сантиметрах. Работоспособность ВВ рассчитывают как среднее арифметическое из двух параллельных опытов, между которыми отклонения должны быть не более 10 см^3. Обычно испытания производят при температуре бомбы примерно +15 °С с отклонением ±5 °С. При больших отклонениях температуры вводится поправка на изменение объема от температуры до 10% измеренного объема.





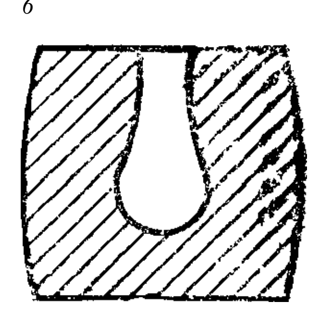


Рис. 3. Свинцовая бомба для определения работоспособности ВВ.

Описанный стандартный метод испытания в свинцовой бомбе является условным и не позволяет определить действительную работоспособность различных ВВ. Например, если одно ВВ дает расширение 300 см^3, а другое 600 см^3, то еще нельзя утверждать, что истинная работоспособность второго ВВ ровно вдвое больше работоспособности первого. Расширить объем канала бомбы на первые 300 см^3 труднее, чем на последующие от 300 см^3 (до 600 см^3).

А. Ф. Беляев, применив в качестве эталона заряды аммонита № 6, получил следующие данные относительной работоспособности некоторых ВВ (в %): аммонит N 6 — 100%, тротил 82%, тетрил — 100%, 62%-ный динамит — 104%, гексоген — 122%, тэн —123%, аммонит скальный № 1 — 119%, детонит М — 118%, аммонал — 132%. В практике взрывных работ необходимо это учитывать при переходе от маломощных ВВ к мощным и наоборот.

Более простым и надежным методом определения работоспособности, позволяющим выразить ее в единицах энергии, является метод баллистической мортиры или баллистического маятника

большой массы. При взрыве заряда ВВ в мортире такого маятника, подвешенного на подвеске определенной длины, маятник отклоняется на угол, соответствующий энергии взрыва заряда. При известной массе тела маятника и длине подвески по углу отклонения рассчитывают работоспособность в единицах энергии или пересчитывают па расширение свинцовой бомбы. Баллистические маятники или мортиры проверяют по эталонному тротилу, так же как **и** свинцовые бомбы.

§ 18. Использование энергии взрыва

Работа взрыва совершается за счет энергии (теплоты), выделившейся при взрыве. Общим выражением энергии химического превращения ВВ считают теплоту, которая выделяется при взрыве ВВ в постоянном объеме без совершения внешней работы. Сильно нагреть:о газообразные продукты взрыва обеспечивают превращение теплоты взрыва **в** механическую работу в процессе их расширения.

Однако превращение тепла в механическую работу при взрыве происходит со значительными химическими и тепловыми потерями. Суммарные тепловые потери при взрыве могут составить более половины от всей энергии взрыва ВВ. Из всех форм механической работы, совершаемой при взрыве в данных конкретных условиях, полезными являются лишь немногие. Например, при взрыве заряда, расположенного в массиве горной породы, значительная часть энергии уходит на ненужный в данном случае разброс и переизмельченке прилегающей к заряду части породы. Часть тепла при взрыве заряда в породе идет на нагревание окружающей породы, формирование ударных и акустических волн в массиве и т. п. При взрывных работах в шахтах значительная часть тепла выбрасывается в воздух в виде горячих газов. Некоторые приближенные расчеты показывают, что при взрывах на рыхление используется Ессго 20—25% потенциальной энергии взрыва ВВ, а при взрывах на выброс — 3—7%. Лучшее использование работы взрыва достигается применением более рациональных методов ведения взрывных работ и правильным выбором ВВ. Характер работы взрыва ВВ существенно зависит от таких характеристик BIB, как теплота взрыва, объем образующихся газов, плотность ВВ и скорость детонации.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛ. II

1. Какое различие между физическими и химическими взрывами?
2. Какие существуют характеристики взрывчатых свойств ВВ?
3. Как разделяются ВВ по составу?
4. Что понимается под плотностью ВВ?

5. Что такое пластичность, сыпучесть и глеживэсмость ВВ?
6. Что такое гигроскопичность и водоустойчивость ВВ?
7. Что такое эксудация и химическая стойкость БВ?
8. Какие бывают формы превращения ВВ?
9. Какие могут быть начальные импульсы для возбуждения взрыва различных ВВ?
10. В чем сущность гидродинамической теории детонации ВВ?
11. Какие факторы влияют на скорость и устойчивость детонации ВВ?
12. Что представляет собой передача детонации на расстояние?
13. Что понимается под чувствительностью ВВ к механическим воздействиям?
14. Что такое кислородный баланс ВВ?
15. Какие значения имеют объем газов, теплота и температура взрыва ВВ?
16. Как определяется бризаитнссть ВВ?
17. Как определяется работоспособность ВВ?

ГЛАВА III

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОПАСНОСТИ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ МЕТАНА, УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ И СОЗДАНИИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ВВ

§ 19. Общие сведения о взрывоопасное™

Первые опыты по определению воспламеняемости метано-воздушных смесей взрывчатыми веществами были проведены еще в 1883 г. Эти опыты определили, что для воспламенения метано-воздушной смеси температура должна быть не менее 650 °С. При этом задержка воспламенения метано-воздушной смеси составляет 10 с.

Опыты по воспламеняемости метано-воздушных смесей при разном содержании метана в смеси и различной температуре нагрева сосуда приведены в табл. 1.

Таким образом, горячие поверхности легче всего вызывают воспламенение метано-воздушных смесей, содержащих 6—7% метана. При температуре 1770°С 9,1%-ная метано-воздушная смесь имеет самую короткую задержку воспламенения (1,9 мс). При нормальных условиях давления и температуры взрывчатыми являются метано-воздушные смеси, содержащие 5ч-14% метана. Подогрев или предварительное сжатие расширяют указанные пределы взрывоопасности метано-воздушной смеси. При наличии в воздухе взвешенной взрывоопасной угольной пыли опасность воспламенения метано-воздушных смесей увеличивается. Теоретически наиболее взрывчатой является смесь, содержащая 9,46% метана и 90,54% воздуха, при которой метан полностью окисляется.

Горение метано-воздушных смесей происходит с выделением тепла за счет реакции окисления метана кислородом воздуха.

Таблица I

метана в смеси, %	Задержка воспламенения (с) в зависимости от температуры сосуда, °С						
	775	825	875	925	975	1075	1175
6	1,08	0,58	0,35	0,2	0,122	0,039	
7	1,15	0,6	0,36	0,21	0,13	0,041	0,01
в	1,23	,0,62	0,37	0,22	0,138	0,042	0,012
9	1,3	0,65	0,39	0,23	0,141	0,044	0,015
10	1,4	0,68	0,41	0,24	0,148	0,049	0,018
12	1,64	0,74	0,44	0,25	0,16	0,055	0,02

в окончательном виде эту реакцию можно выразить следующим уравнением:

$$CH_4 + 2O_2 + 8N_2 = CO_2 + 2H_2O + 8N_2 + 198,4 \text{ ккал/моль.}$$

Взрывоопасность каменноугольной *пыли.* Исследования показа**ли** что пылевоздушные смеси способны воспламеняться и взрыв их распространяется по всем запыленным выработкам. Например, на неопасной по метану шахте «Курьер» (Франция) в 1906 г. при взрывных работах произошел взрыв пылевоздушной смеси, который распространился по запыленным выработкам общим протяжением **около** 100 км, при этом погибло 1099 горняков. После катастрофы потребовалось более двух лет для восстановления выработок шахты.

Исследованиями установлено, что каменноугольная пыль практически невзрывчата при содержании летучих веществ в угле менее 10%, взрывается слабо при содержании летучих от 10 до 15%, при содержании летучих более 15% взрывчатость каменноугольной пыли быстро растет. Во взрыве принимают участие пылинки размерами от 0,1 до 1 мм. Однако наиболее взрывчатыми считаются фракции пыли размером 75—100 мкм (пыль, проходящая через сито № 80).

Угольная пыль может взрываться только в том случае, когда **ее** концентрация в воздухе находится в определенных пределах. Нижний предел взрывчатости взвешенной в воздухе угольной пыли пластов, содержащих более 30% летучих, находится в пределах 12—20 г/м^3 в зависимости от зольности угля, а при наличии в воздухе 0,5—1,5% метана этот предел снижается в 2—3 раза. Наи**более** разрушающим действием обладает взрыв пылевоздушной смеси, содержащей 300—600 г пыли в 1 м^3 воздуха.

Температура вспышки пылевоздушной смеси находится в пределах 750—900 °С. Воспламенению пылевоздушных смесей, так же **как** и воспламенению метано-воздушных смесей, предшествует задержка воспламенения. Продолжительность этой задержки несколько меньше, чем у метано-воздушной смеси, так как при нагревании угольной пыли выделяются летучие, легковоспламеняющиеся газы. Воспламенение и взрыв взвешенной в воздухе угольной пыли происходит по механизму, аналогичному взрыву газовоздушной смеси. Так, если смесь угольной пыли с воздухом воспламенилась в результате взрыва ВВ или метано-воздушной смеси, то из части угольной пыли, охваченной пламенем, выделяются горючие **газы** (водород, метан) и небольшие количества других горючих га**зов,** которые, смешиваясь с кислородом воздуха, образуют взрывчатую газо-пылевоздушную смесь. Эта смесь взрывается и своим пламенем охватывает соседние частицы угольной пыли, из которых **снова** выделяются горючие газы, и т. д. При этом тонкая угольная **пыль** более взрывоопасна, чем крупная, так как она легче переходит *во* взвешенное состояние. Кроме того, ее удельная поверхность

гораздо больше, следовательно, все реакции при взрыве тонкой пыли протекают быстрее и полнее.

Взрывчатость угольной пыли зависит от содержания в ней золы. Зола, т. е. инертная пыль, при взрыве поглощает значительное количество тепла и тем самым снижает температуру пламени взрыва. Влажность пыли также оказывает влияние на ее взрывчатость, так как она затрудняет образование пылевого облака и поглощает значительную часть тепла.

§ 20. Развитие теории воспламенения метано- и пылевоздушных смесей при взрыве ВВ

Фундаментальные исследования процессов воспламенения метано-воздушных смесей при взрыве ВВ показали, что воспламенение метано-воздушных смесей происходит от соприкосновения этой смеси с пламенем взрыва ВВ, имеющим высокую температуру. Температура взрыва ВВ значительно выше минимальной температуры воспламенения метано-воздушной смеси. Однако, если время воздействия высокой температуры будет меньше времени задержки воспламенения, метано-воздушная смесь может не воспламеняться. По этой теории ВВ являются тем более безопасными, чем ниже их температура взрыва и меньше продолжительность пламени.

При взрыве зарядов ВВ, особенно в условиях, когда он разрушает массив угля или породы, газообразные продукты взрыва существенно охлаждаются. Поэтому ранее считалось, что для обеспечения безопасности взрывных ррбот по углю достаточно снизить температуру взрыва ВВ до 1500°С, а при взрывании по породе, где вероятность образования взрывоопасных концентраций метано-воздушных смесей несколько меньше, допустимы ВВ даже с температурой взрыва до 1900 °С.

В более поздних исследованиях было принято во внимание, что разогрев метано-воздушной смеси происходит неразрывно с процессом смешения ее с горячими газами взрыва. В образующейся тройной смеси из метана, воздуха и газа взрыва последние охлаждаются, а воздух вместе с метаном нагреваются.

Если метано-воздушная смесь нагревается до температуры вспышки раньше, чем она разбавится продуктами взрыва до взрывобезопасной концентрации, то она воспламенится. При таком представлении о механизме воспламенения метано-воздушной смеси безопасность ВВ должна определяться количеством тепла, приходящегося на единицу объема газообразных продуктов взрыва, и не зависит от величины заряда ВВ.

Опытным путем было установлено, что с увеличением содержания в продуктах взрыва ВВ свободного кислорода и окиси углерода вероятность воспламенения метано-воздушной смеси возрастает.

При взрыве заряда ВВ в шпуре без забойки вместе с продуктами взрыва вылетает некоторое количество неполностью разло-

жившихся горящих частиц ВВ. Считается одной из основных при* чин воспламенения метано-воздушной смеси попадание в нее горящих частиц ВВ. Некоторые металлические частицы, например аллюминия, в продуктах взрыва весьма опасны, они беспрепятственно воспламеняют метано-всздушную смесь. Поэтому в шахтах, опасных по газу, запрещено применять ВВ, в составе которых имеется алюминиевый порошок и ЭД в алюминиевых гильзах.

Существует также предположение о том, что самовоспламенение метано-воздушной смеси происходит в результате ее сжатия проходящей и отраженной воздушной ударной волной, образующейся и распространяющейся при взрыве заряда ВВ.

Экспериментальные исследования подтверждают, что перечисленные источники воспламенения метано-воздушных смесей, т. е. нагретые продукты взрыва, горящие частицы ВВ или раскаленные твердые частицы и ударные волны при определенных условиях способны вызвать воспламенение метано-воздушной смеси.

Для этого время задержки воспламенения, отвечающее достигнутой температуре разогрева и давлению смеси, должно быть меньше длительности теплового воздействия указанных воспламеняющих источников на метано-воздушчую смесь. Наиболее вероятно, что взрыв метано-воздушной смеси в практических условиях вызывается совместным действием всех трех источников. В то же время наиболее опасным источником считают нагретые газообразные продукты взрыва.

Воспламенение метано-воздушных смесей при ведении взрывных работ может произойти не только в результате кратковременного воздействия нагретых газов взрыва ВВ и горящих частиц, но и от медленного выгорания ВВ в шпурах или во взорванном угле. Большинство нитроглицериновых ВВ дает выгорание пассивной части заряда, если расстояния между торцами патронов ВВ достигает определенной величины.

Работами МакНИИ и других институтов доказано, что выгорание ВВ в шпурах связано главным образом с условиями заряжания и взрывания зарядов в шпурах. Нарушение режима устойчивой детонации ВВ в шпурах и его выгорание может происходить из-за дефектов заряжания (пересыпка между торцами патронок угольной пылью или инертной мелочью, а также наличие значительных воздушных промежутков между торцами патронов), либо определяется свойствами и состоянием ВВ.

При взрывании ВВ в шпуре с хорошей забойкой нарушение детонации заряда может сопровождаться выгоранием. Это происходит вследствие того, что при детонации части заряда в шпуре развиваются большое давление и высокая температура, вызывающие поджигание и горение отказавшей части заряда ВВ. Выгоранию способствует переуплотнение ВВ в шпуровых зарядах в случае неодновременного взрыва смежных шпуровых зарядов. Выгорание ВВ при взрывании в угольных забоях может вызвать вспышку метана или привести к возникновению местного очага пожара.

Опасность воспламенения метано-воздушной смеси увеличивается, если забойка будет выброшена из шпура и горящие частицы ВВ, бумажной оболочки и т. п., вылетая из шпура, будут продолжать гореть в призабойном пространстве.

Во всех случаях процесс выгорания ВВ усиливается горением угольной мелочи, окружающей заряд ВВ. Под действием пламени горящего ВВ происходит газификация угольной пыли, штыба. Выделившиеся газы смешиваются с воздухом и усиливают опасность воспламенения метана и угольной пыли.

В связи с этим при взрывных работах по углю в шахтах, опасных по газу и разрабатывающих пласты, опасные по взрыву угольной пыли, применяют только предохранительные ВВ. Эти ВВ должны также отличаться и высокой устойчивостью детонации, что снижает опасность выгорания их зарядов в шпурах.

§ 21. Принципы построения предохранительных взрывчатых веществ

Общие сведения. ВВ, предназначенные для ведения взрывных работ в шахтах, опасных по метану, на пластах, опасных по взрыву угольной пыли, должны удовлетворять требованиям, предъявляемым ко всем промышленным ВВ в отношении чувствительности к механическим воздействиям, химической стойкости, водоустойчивости, токсичности продуктов взрыва и *т. д.* помимо этого, они должны отличаться возможно меньшей склонностью воспламенять при своем взрыве метано- и пылевоздушные смеси. Повышенная детонационная способность предохранительных ВВ достигается введением в их состав высокочувствительных взрывчатых компонентов (нитроэфиров, гексогена, тэна или увеличением содержания тротила), а также тонким измельчением и хорошим смешиванием всех компонентов ВВ. Добавка нитроэфиров не обеспечивает надежную детонацию ВВ в условиях его переуплотнения при повышенном остаточном давлении в шпуре вследствие неодновременного взрывания сближенных зарядов. Кроме того, ВВ, содержащие нитроэфиры, более склонны к выгоранию в шпурах. В таких условиях взрывания более устойчивую детонацию имеют ВВ, содержащие в своем составе гексоген.

Первое требование к составам предохранительных ВВ заключается в ограничении энергии для повышения предохранительных свойств ВВ.

Задержку вспышки метано-воздушной смеси можно увеличить не только снижением температуры продуктов взрыва ВВ, но и путем химического торможения реакции окисления метана. Поэтому в состав ВВ целесообразно вводить такие пламегасители, которые бы не только охлаждали продукты взрыва, но и замедляли реакцию, понижали температуру и увеличивали задержку вспышки метано-воздушных смесей. Этим условиям отвечают пламегасите-

ли — хлористый калий KCl и хлористый натрий $NaCl$, способствующие более полному завершению их реакций при взрыве ВВ. Применяемые предохранительные ВВ на наших угольных шахтах содержат от 12 до 30% хлористого натрия или хлористого калия в виде частиц крупностью от 0,5 до 2 мм В таком виде они в меньшей степени затрудняют прохождение детонационной волны, в то же время обеспечивают догорание ВВ и затрудняют воспламенение метано-воздушной смеси.

Примером ВВ такого типа являются аммониты ПЖВ-20 и Т-19, содержащие в своем составе 20% хлористого натрия.

Воспламенение метана можно предотвратить и другим способом, например, окружив заряд ВВ защитной оболочкой из инертных материалов.

ВВ *в предохранительных оболочках.* Инертные оболочки не содержат взрывчатых компонентов, активные оболочки, помимо инертной основы, содержат небольшие количества нитроэфиров. Активные оболочки представляют собой слабое по взрывному действию, но очень восприимчивое к детонации ВВ. Поэтому в процессе взрыва ВВ в активной оболочке происходит более полное и тонкое распыление инертной соли, обеспечивающее максимальную эффективность ее предохранительного действия.

Инертные предохранительные оболочки изготовляют из порошкообразных или прессованных пламегасителей (солей) или из аммиачно-селитренного водного раствора. Толщина предохранительной оболочки вокруг патрона ВВ составляет 4—5 мм. Защитное действие предохранительных оболочек сводится главным образом к тому, что при взрыве ВВ окружающая их оболочка поглощает 25—30% теплоты взрыва, снижая температуру газообразных продуктов взрыва. В процессе взрыва ВВ предохранительная оболочка измельчается в очень тонкую инертную пыль, а при жидкой оболочке — в водонасыщенный туман, который смешивается с газообразными продуктами взрыва ВВ и насыщает прилегающий рудничный воздух инертным материалом. Кроме того, предохранительная оболочка, ограничивая разброс продуктов детонации и горящих частиц ВВ, способствует более устойчивому распространению детонации по заряду ВВ. Все эти совокупно действующие факторы значительно уменьшают опасность воспламенения метано- и пылевоздушных смесей. ВВ в предохранительных оболочках целесообразно применять в особо опасных по метану забоях и в первую очередь в бутовых и вентиляционных штреках, проводимых в трещиноватых породах. ВВ в предохранительных оболочках должны быть малослеживаемыми, так как слежавшееся ВВ затрудняют изготовление патронов-боевиков. Кроме того, слежавшееся ВВ теряет восприимчивость к детонации и может выгорать.

В последние годы начали широко применять эквивалентные предохранительные ВВ на основе ионообменных реакции, в составе которых содержание солей примерно эквиваентно суммарному их содержанию в самом ВВ и в предохрани-

тельной оболочке. Для обеспечения детонационной способности таких ВВ в их состав вводят до 15% нитроэфиров.

В ***селективно*** *детонирующих ВВ,* созданных на основе ионообменных реакций, детонация протекает постадийно. Основой селективно детонирующих ВВ является взрывчатое разложение по сложному механизму. Сначала от инициирующего импульса детонируют нитроэфиры, как более чувствительная часть ВВ. За счет теплоты детонации нитроэфиров вступают в реакцию соли, например хлористый аммоний и натриевая селитра. Эта фаза взрыва идет по уравнению

$$N1L_4Cl + NaN0_3 \text{ ч=2= } NaCl + NH_4N0_3.$$

Образующийся в результате реакции весьма мелкодисперсный хлористый натрии имеет высокие пламегасящие свойства, а аммиачная селитра как промежуточный продукт разлагается дальше:

$$NH_4N0_3 \quad >\bullet \; N_a + \text{'ДА} + 2H_гO.$$

Из ВВ такого типа у нас применяют угленнт Э-б.

В последнее время разработаны и другие селективно детонирующие предохранительные ВВ без ионообменных солей, в состав которых входят гранулированная аммиачная селитра, смесь нитроэфиров, древесная мука и хлористый натрий. В таких ВВ содержатся компоненты резко различной реакционной способности. При взрыве таких ВВ вначале претерпевают превращение наиболее реакционноспособные компоненты.

Компоненты с меньшей реакционной способностью вступают во взаимодействие лишь в том случае, если взрывчатое превращение протекает в замкнутом объеме и давление, созданное первичным процессом реакции, не падает слишком быстро. Следовательно, полнота взрыва таких ВВ обеспечивается только в случае, если заряд находится в прочном замкнутом объеме, например в шпуре с хорошей забойкой. К таким ЕВ относят составы на основе гранулированной аммиачной селктры, находящиеся пока в стадии промышленной проверки.

Применение селективно детонирующих ВВ значительно повышает безопасность взрывных работ, так как при взрыве открытым зарядом массой 200—300 г они не воспламеняют метано-воздушяую смесь. При взрыве в шпуре их эффективность примерно одинакова с эффективностью ВВ IV класса нредохранительиости.

Общие требования к предохранительным ВВ. Создание предохранительных ВВ значительно усложнилось с тех пор, как к ним стали предъявлять дополнительные требования по снижению склонности к выгоранию при взрывании зарядов в шпурах. Критическое давление, при котором обеспечивается поджигание заряда ВВ с помощью пиротехнического состава и устойчивое горение в бомбе, зависит от состава ВВ [10]. Предохранительные аммониты, не содержащие нитроэфиров, в зарядах диаметром 32—36 мм горят при минимальном давлении 10—14 $кгс/см^2$, предохранительные ВВ

с добавкой нитроэфиров в тех же условиях горят при критическом давлении 2—10 кгс/см^2, т. е. являются более горючими.

Воспламеняющее действие предохранительных ВВ в значительной мере зависит от условий их применения. Например, опытный образец маломощного ВВ с теплотой взрыва всего лишь 200 ккал/кг не воспламеняет метано-воздушную смесь при взрыве его 650 г в канале мортиры. Взрыв открытого заряда такого ВВ массой 100 г воспламеняет метано-воздушную смесь почти во всех случаях (93%).

Любое детонирующее ВВ в определенных условиях и количествах способно воспламенять при взрыве метано- и пылевоздушную смесь и, наоборот, для любого предохранительного ВВ могут быть созданы такие условия применения, при которых вероятность воспламенения метано- и пылевоздушных смесей будет минимальной. Например, при взрыве заряда аммонита ПЖВ-20 в шпуре с нормальной нагрузкой и хорошей забойкой вероятность воспламенения практически ничтожна.

Таким образом, основные требования к предохранительным ВВ следующие: 1. Энергия взрыва их должна быть ограничена пределами для разного класса предохранительное™ с учетом условий их применения. 2. Предохранительные ВВ должны хорошо детонировать. 3. Они должны иметь кислородный баланс, близкий к нулевому. Положительный кислородный баланс приводит к образованию в продуктах взрыва газов $N0_2$ и 0_2, усиливающих опасность вспышки метано-воздушной смеси. Отрицательный кислородный баланс может привести к возникновению вторичного пламени и к увеличению содержания продуктов неполного окисления (СО и H_2 и других газов), способствующих вспышке метано-воздушной смеси. 4. Склонность к выгоранию предохранительных ВВ при взрывании в шпуровых зарядах должна быть сведена к минимуму. 5. Все предохранительные ВВ должны быть водоустойчивыми и должны хорошо сохранять взрывчатые свойства при хранении их в пределах гарантийного срока.

Для повышения безопасности взрывных работ в особо опасных забоях созданы средства беспламенной отбойки угля и слабых горных пород. В качестве таких средств используется энергия расширяющихся газов н паров воды, образующихся при горении специального состава (патроны типа гидрокс), энергия испаряющейся жидкой углекислоты (патроны кардокс), а также сжатый воздух высокого давления (патроны аэродокс п амстропг).

§ 22. Методы определения предохранительных свойств взрывчатых веществ

Предохранительные свойства определяют только при испытаниях ВВ, допускаемых для взрывных работ в шахтах, опасных по газу или пыли. Поскольку уровень предохранительных свойств ВВ

устанавливается в зависимости от опасности забоев, в которых их можно применять, все промышленные ВВ условно разделены по классам.

К I и II классам ВВ, применяемым в горной промышленности, относят все непредохраннтельные ВВ. К III классу относят предохранительные ВВ, предназначенные для взрывных работ только по породе в забоях выработок, атмосфера которых может содержать метан, но не содержит угольной пыли. К IV классу относят предохранительные ВВ, применяемые в угольных и смешанных забоях

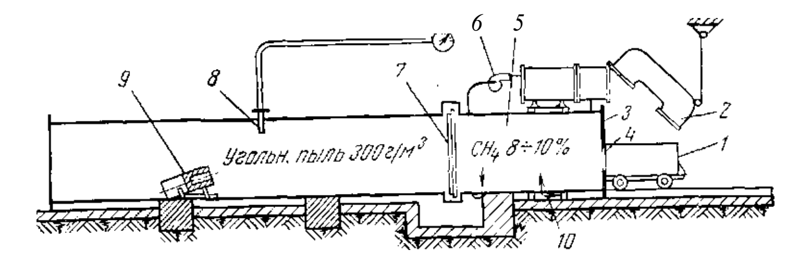


Рис. 4. Опытный штрек для определения предохранительных свойств ВВ.

газовых шахт, в которых имеется угольная пыль. ВВ повышенной предохранительности V класса предназначены для применения в забоях повышенной опасности. Высокопредохранительные ВВ VI класса, к которым пока отнесены только взрывные патроны СП-1, предназначены для взрывных работ в особо опасных забоях.

Для ВВ III—VI классов установлены соответствующие методы и нормы испытаний. При этом чем выше класс предохранительности, тем жестче условия и методы их испытаний.

О предохранительных свойствах ВВ судят по результатам испытаний в опытном штреке, который представляет собой трубу длиною около 15 м, диаметром 1,6—1,8 м из листовой стали. С одного конца труба имеет днище с отверстием, к которому на время проведения опыта на тележке подкатывается мортира. Мортира представляет собой массивный стальной цилиндр диаметром 500—550 мм и длиной 1200—1300 мм из высоколегированной хромоникелевой стали. По оси цилиндра высверлен канал диаметром 55 мм и длиной 900 мм, служащий для помещения заряда испытуемого ВВ. Для испытания высокопредохранительных ВВ с большими зарядами мортиры и канал имеют большую длину. Часть трубы от днища объемом около 10 м^3 на время проведения опыта перекрывают выдвижной диафрагмой, в результате чего создается изолированная камера (рис. 4).

При испытании ВВ на безопасность воспламенения метано-воздушной смеси (например ВВ IV класса) в канал мортиры помещают заряд массой 600 г с электродетонатором мгновенного действия. В устье канала мортиры помещают глиняную забойку толщи-

ной 1 СМ по всему поперечному сечению канала. Заряженную мортиру подкатывают к отверстию днища штрека и тем самым закрывают его, а затем диафрагмой перекрывают камеру штрека. В камеру пускают метан, смешанный с воздухом до концентрации 8—10% (по объему).

Диафрагму быстро убирают и производят взрыв заряда в канале мортиры, при котором газообразные продукты выбрасываются во взрывчатую метано-воздушную смесь. При испытании валовых партий предохранительных ВВ на безопасность по метану выполняют три опыта, а при испытании новых опытных образцов и опытно-валовых партий — по 10 опытов от каждой партии.

При испытании на безопасность по угольной пыли диафрагму в штреке не устанавливают. В канал мортиры помещают заряд массой 700 г без глиняной забойки у устья канала мортиры. Для создания пылевоздушного облака используют угольную пыль с содержанием летучих веществ 29—35%, золы не более 9% и влаги не более 2%. В распылительную мортиру помещают 50 г предохранительного ВВ с электродетонатором мгновенного действия и поверх заряда засыпают 6 кг угольной пыли очень тонкого помола. Распыление угольной пыли производится взрывом заряда с распылительной мортиры за 6—8 с до взрыва заряда испытуемого ВВ з мортире. При испытании валовых партий на безопасность по угольной пыли проводят два опыта от каждой партии, из которых один опыт без засыпки угольной пыли и один с засыпкой 100 г угольной пыли в канал мортиры. При испытании опытных образцов новых ВВ производят по 10 опытов (5 — с засыпкой угольной пыли в канал мортиры и 5 — без засыпки). По угольной пыли испытывают только ВВ, предназначенные для взрывания в угольных и смешанных забоях, в которых возможно появление угольной пыли, т. е. ВВ IV—VI классов.

ВВ V класса предохранительное™ испытывают на безопасность по метану и угольной пыли сначала при взрывании зарядов массой 1000 г в канале мортиры без забойки, а затем при взрывании свободно подвешенных в опытном штреке зарядов массой 200 г для угленита Э-6 и 500 г для угленита № 5. ВВ VI класса испытывают взрыванием зарядов (массой не менее 1400 г) в уголковой мортире с отражательной стенкой, имитирующей взрыв заряда при его боковом обнажении.

О воспламенении или невоспламенении метано-воздушной или пылевоздушной взрывоопасной смеси в штреке судят либо по показаниям гальванометра, соединенного с термопарой, установленной внутри штрека, либо по непосредственным наблюдениям за распространением пламени по штреку через смотровые окна его открытого конца. При испытании на безопасность по метану или по каменноугольной пыли не допускается ни одного случая воспламенения метано-воздушной или пылевоздушной смеси в предусмотренном числе опытов. В настоящее время все выпускаемые валовые и опытно-валовые партии предохранительных ВВ III и IV клас-

сов на заводах-изготовителях испытывают на безопасность по метану и по угольной пыли в соответствии с ГОСТом 7140—54, ВВ V и VI классов испытывают по соответствующим техническим условиям.

Вновь разрабатываемые предохранительные ВВ испытывают также на устойчивость детонации при их уплотнении взрывным импульсом в углецементных блоках и в угольных забоях. Этими испытаниями устанавливают наименьшее расстояние между шпуровыми зарядами, при котором наблюдается устойчивая детонация этого ВВ. При этом чем на меньшем расстоянии между шпуровыми зарядами ВВ детонирует, тем меньше опасность перехода детонации в выгорание в шпурах вследствие переуплотнения ВВ. Кроме того, проверяют устойчивость детонации зарядов ВВ после воздействия на них избыточного давления, вызванного взрывом соседнего заряда ВВ.

Новые предохранительные ВВ испытывают также на способность к поджиганию и горению от взрывного импульса в специальной мортире с угольным блоком. Заряд ВВ, окруженный угольной массой, герметически закрывают в такой мортире и поджигают от взрыва стандартной навески ВВ. По расстоянию передачи горений судят о его склонности к выгоранию в шпурах.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛ III

1. Что понимается под взрывоог.асностью метана?
2. Какие пределы концентрации метано-воздушных смесей с точки **зрение их** взрывоспасиости?
3. Какие угли считаются опасными по взрыву каменноугольной пыли?
4. Какие пределы концентрации **взрывоопасиости** угольной пыли?
5. Какова температура воспламенения метано-воздушных и пылевоздушны£> смесей и что такое задержка воспламенения?
6. Какие пламегасители вводят в составы предохранительных ВВ?
7. Что представляют собою патроны ВВ в предохранительных оболочках?
8. Какие общие требования, предъявляемые к предохранительным ВВ?
9. Какие применяют средства беспламенной отбойки угля и пород?
10. Как проверяют предохранительные свойства ВВ?

ГЛАВА IV

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИХ СВОЙСТВА И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

§ 23. Основные требования к взрывчатым веществам

К ВВ в зависимости от их назначения предъявляют определенные требования, которым они должны удовлетворять. Например, инициирующие ВВ должны легко воспламеняться и детонировать от луча огня, удара или трения и надежно вызывать детонацию вторичных ВВ, в том числе и вторичных зарядов в КД или ЭД.

Промышленные ВВ должны иметь достаточную работоспособность, постоянство физико-химического свойства, надежную восприимчивость к начальному импульсу, т. е. устойчиво детонировать от взрыва КД или ЭД, иметь малую чувствительность к механическим воздействиям и должны быть безопасны в обращении с ними при изготовлении, транспортировании, хранении и применении. При взрыве они не должны давать большого количества ядовитых газов в продуктах взрыва и должны быть сравнительно недорогими.

Кроме того, ВВ. предназначенные для взрывных работ в шахтах, опасных по метану или по взрыву угольной пыли, должны отличаться возможно меньшей способностью воспламенять при взрыве метано- и пылевоздушную смесь и меньшей склонностью к выгоранию в шпурах. К большинству ВВ предъявляются требования, чтобы они были достаточно водоустойчивыми и тонули при заряжании обводненных скважин и шпуров.

§ 24. Деление взрывчатых веществ •по условиям их безопасного применения

По условиям безопасности применения все промышленные ВВ делят на следующие классы, принятые в настоящее время в странах СЭВ:

I класс — ВВ для производства взрывных работ только на открытых работах. Обычно для открытых работ предназначаются наиболее простые по составу и дешевые ВВ, удобные для транспортирования и заряжания скважин или шпуров. К этому классу относят акватолы (МГ, М-15, 65-35), алюмотол, гранулотол, зерногранулит 30/70, зерногранулиты 30/70-В, 50/50-В "(водоустойчивые), зерногранулит 79/21, гранулиты АС-8. АС-4, С-2, М, игданит, граммонал А-8, аммонит № 6ЖВ непатронированный.

II класс — ВВ, предназначенные для производства взрывных работ в подземных условиях, кроме забоев, опасных по метану или угольной пыли. Как правило, ВВ этого класса имеют кислородный баланс, близкий к нулю, и при их взрыве образуется меньшее количество ядовитых газов, чем при взрыве ВВ, идущих на открытые работы. К этому классу относят следующие непредохранительные патронированные ВВ: аммонит № 6ЖВ, аммонит скальный № 1, аммонал скальный № 3, аммонал водоустойчивый, детониты М, 10А, динафталит и др.

III класс — предохранительные ВВ ограниченного применения, которые разрешается применять только в породных забоях при содержании метана у забоя и в прилегающих выработках на протяжении 20 м менее 1% и отсутствии взрывоопасной угольной пыли. К этому классу относятся аммонит АП-5ЖВ и победит ВП-4.

IV класс — предохранительные ВВ для производства взрывных работ в угольных и смешанных забоях по углю и по породе в забоях, опасных по метану или угольной пыли, кроме забоев, особо опасных по метану. К этому классу относят аммониты Т-19 и ПЖВ-20.

V класс —• ВВ повышенной предохранительности для производства взрывных работ по углю и для подрывки слабых пород в особо опасных по метану забоях, за исключением восстающих тупиковых выработок, а также для распыления воды в полиэтиленовых сосудах при создании водораспылительных завес. К этому класс\ относят угленит Э-6, патроны ПВП-1-У и ПВП-1-А, а также угленит № 5 (для специальных работ).

VI класс — высокопредохранительные ВВ для взрывных работ по углю в особо опасных забоях, в которых разрешено применение средств взрывания типа гидрокс, для разбучивания углеспускных печей, для перебивания деревянной крепи при обрушении кровли и для распыления воды в полиэтиленовых сосудах. Из ВВ этого класса проведены широкие промышленные испытания патронов СП-1.

II

§ 25. Однородные взрывчатые вещества из класса нитросоединений

Тротил (тринитротолуол) является одним из самых распространенных ВВ класса однородных химических нитросоединений. Он представляет собой кристаллическое вещество желтоватого цвета. Его получают при нитрации толуола азотной кислотой в смеси с серной. В самом упрощенном виде реакцию нитрации толуола можно написать следующим образом:

$$C_6H_5CH_3 + 3HNO_3 \rightarrow C_6H_2CH_3(NO_2)_3 + 3H_2O.$$

В порошкообразном виде тротил имеет насыпную плотность от 0,8 до 1,0 г/см^3 (табл. 2). Максимальная плотность, достигаемая

Таблица 2

Показатели	Тротил	Тетрил	Гексоген
Теплота взрыва, ккал/кг:			
при плотности 1 г/см^3 ,	870	840	950
при плотности 1,5 г/см	1010	1090	1300
Объем газов, л/кг . . •	730	710	890
Температура взрыва, °С .	ЗОЮ	3700	3800
Температура вспышки, С .	290	195	230
Скорость "детонации (м/с) в зависимости от плотности, г/см^3:			
1	4720	5600	6080
1. 5	6650	7075	7780
1. 6	6980	7400	8200
1,7	-	7650	8600
Работоспособность по Трауцлю, см^3 . .	285	350	475
Бризантность при плотности 1 г/см^3, мм:			
при навеске 50 г	16,5	19	Цилиндр разрушается
при навеске 25 г .	-	-	16
Кислородный баланс, %	—74	—47,4	—21,6

II
при прессовании, равна 1,65 г/см^3. Литой тротил имеет плотность около 1,54—1,59 г/см^3, а в расплавленном состоянии •— 1,47 г/см^3. Тротил мало гигроскопичен и почти нерастворим в воде, он отличается высокой химической стойкостью. Чувствительность тротила к механическим воздействиям невелика. Прострел пулей, как правило, взрыва не вызывает. Восприимчивость к начальному импульсу зависит от его физического состояния. Порошкообразный и прессованный тротил взрываются от КД иди ЭД № 8, а литой — только от промежуточного детонатора.

Тротил имеет сильно выраженный отрицательный кислородный баланс (—74%). При его взрыве образуется много ядовитой окиси углерода (СО), а также свободного углерода (С) в виде копоти. Самостоятельно для взрывных работ в подземных условиях тротил не применяется, однако широко используется в качестве составной части большинства ВВ, в которых он смешивается с аммиачной селитрой, имеющей избыточный кислород. Тротил относится к ВВ средней мощности (работоспособности). При поджигании тротил горит на открытом воздухе и в небольших количествах не взрывается. Переход горения в детонацию наблюдается только в замкнутом объеме или при горении в больших количествах (более нескольких сот килограмм). Взрывчатые характеристики тротила приведены в табл. 2.

Тетрил представляет собой кристаллическое вещество желтого Цвета. Получается он при нитрации диметиланилина азотной кислотой в смеси с серной. Насыпная плотность порошкообразного тетрила равна 0,9—1,0 г/см^3, а плотность, достигаемая прессованием, равна 1,7 г/см^3. Восприимчивость тетрила достаточно высо-

кая. Гремучая ртуть вызывает детонацию порошкообразного тетрила зарядом 0,29 г, а азид свинца — 0.025 г. При плотности 1,68 г/см^3 тетрил детонирует от взрыва 0.54 г гремучей ртути. Применяется тетрил в КД при плотности 1,6—1,63 г/см^3. Тетрил практически не гигроскопичен, нерастворим § воде и обладает сравнительно высокой химической стойкостью. Однако тетрил способен дсволыю энергично взаимодействовать с аммиачной селитрой, выделяя тепло. Смесь тетрила способна к самовоспламенению, и поэтому изготовление и применение таких смесей категорически запрещено. От пламени тетрил загорается и довольно энергично горит, причем горение даже в сравнительно небольших количествах (несколько десятков кг) может перейти в детонацию. Тетрил имеет повышенную чувствительность к механическим воздействиям. Его применяют в основном для снаряжения КД и для изготовления прессованных шашек, предназначенных для применения в качестве промежуточных детонаторов для взрывания зарядов из малсвосприимчивых к детонации ВВ гранулитов и водонаполненных ВВ. Тетрил относится к ВВ повышенной мощности.

Гексоген получают путем нитрации уротропина крепкой азотной кислотой. Технический гексоген имеет вид мелкокристаллического белого порошка. Гексоген трудно прессуется, поэтому его часто применяют с небольшой добавкой флегматизатора (парафина, церезина и др.), которые снижают его чувствительность к механическим воздействиям и улучшают прессуемость. Восприимчивость гексогена к детонации высокая, для его взрыва достаточно 0,17 г прессованной гремучей ртути. При любых плотностях гексоген детонирует от КД № 8. Чувствительность его к внешним воздействиям значительно выше, чем у тетрила (см. табл. 2). При поджигании небольшого количества гексоген горит шипящим пламенем без взрыва. Гексоген не гигроскопичен, практически нерастворим в воде и химически устойчив. Он обладает токсическими свойствами, однако является одним из мощных ВВ, применяемым в составе скальных аммонитов.

Гексоген используется в сплавах с тротилом для изготовления шашек ТГ-500. применяемых в качестве промежуточных детонаторов, для снаряжения КД, изготовления аммонита скального № 1, кумулятивных зарядов и торпед для нефтяной промышленности.

Динитронафталин является продуктом нитрации нафталина. В заводских условиях диннтронафталин получают в виде мелких гранул желтого или коричневого цвета. Динитронафталин — слабое ВВ, имеющее работоспособность до 100 см^3, скорость детонации в стальной трубе 1150 м/с, критический диаметр более 80 мм, бризантность при плотности 0.9 г/см^3 — всего 4 мм. Это ВВ отличается весьма малой чувствительностью к механическим воздействиям и малой восприимчивостью к детонации. Взорвать его можно лишь в больших зарядах с помощью промежуточных детонаторов. Вследствие малой работоспособности и недостаточной чувствительности к начальному импульсу в качестве самостоятельного ВВ его

не применяют, а используют в смеси с аммиачной селитрой в составе динафталина.

§ 26. Однородные взрывчатые вещества из класса нитроэфиров

К нитроэфирным ВВ относятся нитроглицерин, нитрогликоль, яитродигликоль и тэн. Наличие в молекулах нитратной группы ONO_2 обусловливает у большинства нитроэфиров особые свойства) ограниченную химическую стойкость, высокую чувствительность к механическим и тепловым воздействиям; жидкие нитроэфиры не подлежат перевозке и применению в качестве самостоятельных **ВВ.** Однако большая их мощность и восприимчивость к детонации позволяет использовать их в качестве составных частей при изготовлении смесевых промышленных ВВ типа динамитов, детонитов, победитов и угленитов.

Нитроглицерин (глицеринтриннтрат) в химически чистом состоянии представляет собой маслянистую вязкую бесцветную и прозрачную жидкость. Технический нитроглицерин имеет желтоватый или даже желто-коричневый цвет и сладковато-жгучий на вкус. Нитроглицерин получают обработкой специального сорта очень чистого глицерина смесью азотной и серной кислот. Удельный вес нитроглицерина при температуре +4°С и +20°С составляет соответственно 1,614 н 1,591. Вследствие высокой чувствительности нитроглицерина к механическим воздействиям и жидкого его состояния при обычной температуре его не используют в чистом виде для взрывных работ. При поджигании нитроглицерин загорается и в небольших количествах сгорает в открытом состоянии на воздухе. Возникшее горение легко переходит в детонацию даже при относительно малых количествах нитроглицерина.

Чистый нитроглицерин начинает затвердевать при температуре + 13,2°С, превращаясь в кристаллы. В твердом состоянии нитроглицерин более чувствителен к механическим воздействиям и менее чувствителен к взрыву капсюля-детонатора. Нитроглицерин является ядовитым веществом. При попадании на кожу человека он проникает через поры в организм и вызывает головные боли. При повышенных температурах нитроглицерин начинает заметно разлагаться. Химическая стойкость применяемого нитроглицерина, определяемая йодикрахмальной бумажкой, при температуре 72 °С должна быть не менее 30 мин. Жидкий нитроглицерин детонирует от взрыва 0,25 г прессованной гремучей ртути, а в твердом состоянии детонирует при взрыве 2 г прессованной гремучей ртути. Благодаря высокой мощности нитроглицерина (табл. 3) и его способности растворять коллодионный хлопок на его основе возможно изготовлять мощные водоустойчивые пластичные динамиты. Кроме того, нитроглицерин используют в составах детонитов, победитов> угленитов, селектитов и некоторых других ВВ.

Таблица 3

Показатели	Нитроглицерин	Нитрогликоль	Нитродигликоль	Тэн
Объем газов, л/кг	715	738	1028	790
Теплота взрыва, ккал/кг	1560	1700	1056	1420
Температура взрыва, °С	4110	4230	3070	4010
Плотность, г/см^3	1,6	1,5	1,39	1,7
Скорость детонации, км/с	7,6	7,9	6,4	8,24
Работоспособность по Трауцлю, см^3 . .	550	600	340	500
Бризантность, мм (заряд 50 г)	20	30	14	14,5*
Кислородный баланс, %	+ 35	± 0	—40,8	— 10,1
Температура вспышки, °С	180	215	-	220

* Заряд 25 г.

Нитрогликоль представляет собой прозрачную жидкость с удельным весом 1,5. Его получают путем нитрирования гликоля смесью азотной и серной кислот. Иногда нитрируют смесь гликоля и глицерина, получая смесь нитрогликоля и нитроглицерина. Нитрогликоль очень летуч, его летучесть в три раза превышает летучесть нитроглицерина, так же как и нитроглицерин, ядовит. Температура замерзания нитрогликоля —22,75 °С. Способность нитрогликоля к растворению коллодионного хлопка больше, чем у нитроглицерина. Растворимость нитрогликоля в воде незначительна. Очень важным свойством нитрогликоля является способность образовывать с нитроглицерином смеси, имеющие сравнительно низкую температуру замерзания. В зависимости от соотношения нитрогликоля и нитроглицерина в смеси она замерзает при следующих температурах:

Содержание компонентов в смеси, %:					
нитрогликоля . . .	О	30,6	35,05	40,2	100
нитроглицерина . .	100	69,4	64,95	59,8	0
Температура замерзания смеси, °С	+13,5	—17,6	—21,1	—23,7	—22,75

Нитрогликоль имеет недостаточную химическую стойкость, но смесь его с нитроглицерином отличается повышенной химической стойкостью. Это позволило изготовлять на его основе труднозамерзающие динамиты и другие ВВ с добавкой нитроэфиров. Нитрогликоль является мощным ВВ (табл. 3).

Нитродигликоль представляет собой бесцветную жидкость (иногда желтоватую), почти не имеющую запаха. Его получают путем нитрования диэтилепгликоля смесью азотной и серной кислот.

Плотность нитродигликоля при температуре 15 °С равна 1,39 г/см^3. Летучесть больше, чем у нитроглицерина, но чувствительность к механическим воздействиям меньше, чем у нитроглицерина. Химическая стойкость и ядовитость несколько ниже, чем

v нитроглицерина. Смесь нитроглицерина с нитродигликолем получают совместной нитрацией смеси глицерина с диэтиленгликолем. Такую смесь используют в качестве компонента при изготовлении тпуднозамерзающих динамитов. Смесь нитродигликоля с нитроглицерином в соотношениях 40% и 60% замерзает при температуре 19 °С. Мощность нитродигликоля несколько ниже, чем нитроглицерина или нитрогликоля. Взрывчатые характеристики приведены в табл. 3.

Тэн (тетранитропентаэритрит) — белое кристаллическое вещество плотностью 1,728 г/см^3. Его получают нитрацией четырехатомного спирта пентаэритрита крепкой азотной кислотой по уравнению

$$C(CH_2OH)_4 + 4HNO_3 \rightarrow C(CH_2ONO_2)_4 + 4H_2O.$$

Тэн — химически стойкое вещество, поэтому не требуется постоянный контроль за его стойкостью при хранении. Чувствительность тэна к механическим воздействиям довольно высока, в связи с чем для уменьшения опасности его флегматизируют парафином, церезином и другими подобными веществами. Восприимчивость к детонации у тэна высокая, в нефлегматизированном состоянии он способен взрываться от взрыва 0,01 г азида свинца. Тэн не гигроскопичен и нерастворим в воде. Воспламеняется при зажигании довольно трудно и спокойно сгорает в небольших количествах. В значительном количестве (более 1 кг) его горение переходит во взрыв. В замкнутом объеме детонация возникает даже при горении небольших количеств. Тэн хорошо прессуется до плотности 1,62 г/см^3 и применяется главным образом для снаряжения капсюлей-детонаторов в качестве вторичного заряда. Высокие взрывчатые характеристики (табл. 3) и малый критический диаметр позволяют применять тэн для изготовления детонирующего шнура.

Коллодионный хлопок имеет вид серой бумажной массы. В рыхлом состоянии плотность его 0,3 г/см^3, а в прессованном виде — 1,3—1,4 г/см^3. Коллодионный хлопок хорошо растворяется в нитроэфирах, например, при растворении в 100 г нитроглицерина 2,5 г коллодионного хлопка образуется эластичная студнеобразная масса (желатина), чувствительность которой к механическим воздействиям ниже, чем у нитроглицерина. Вследствие этого желатинированный нитроглицерин широко применяют при изготовлении динамитов.

§ 27. Аммиачно-селитренные взрывчатые вещества

Аммиачно-селитренные ВВ представляют собой смеси аммиачной селитры со взрывчатыми химическими соединениями (тротилом, гексогеном, нитроэфирами и др.). Основным окислителем, применяемым в составах аммиачно-селитренных ВВ, является аммиачная селитра (NH_4NO_3), содержащая избыточный кислород (в

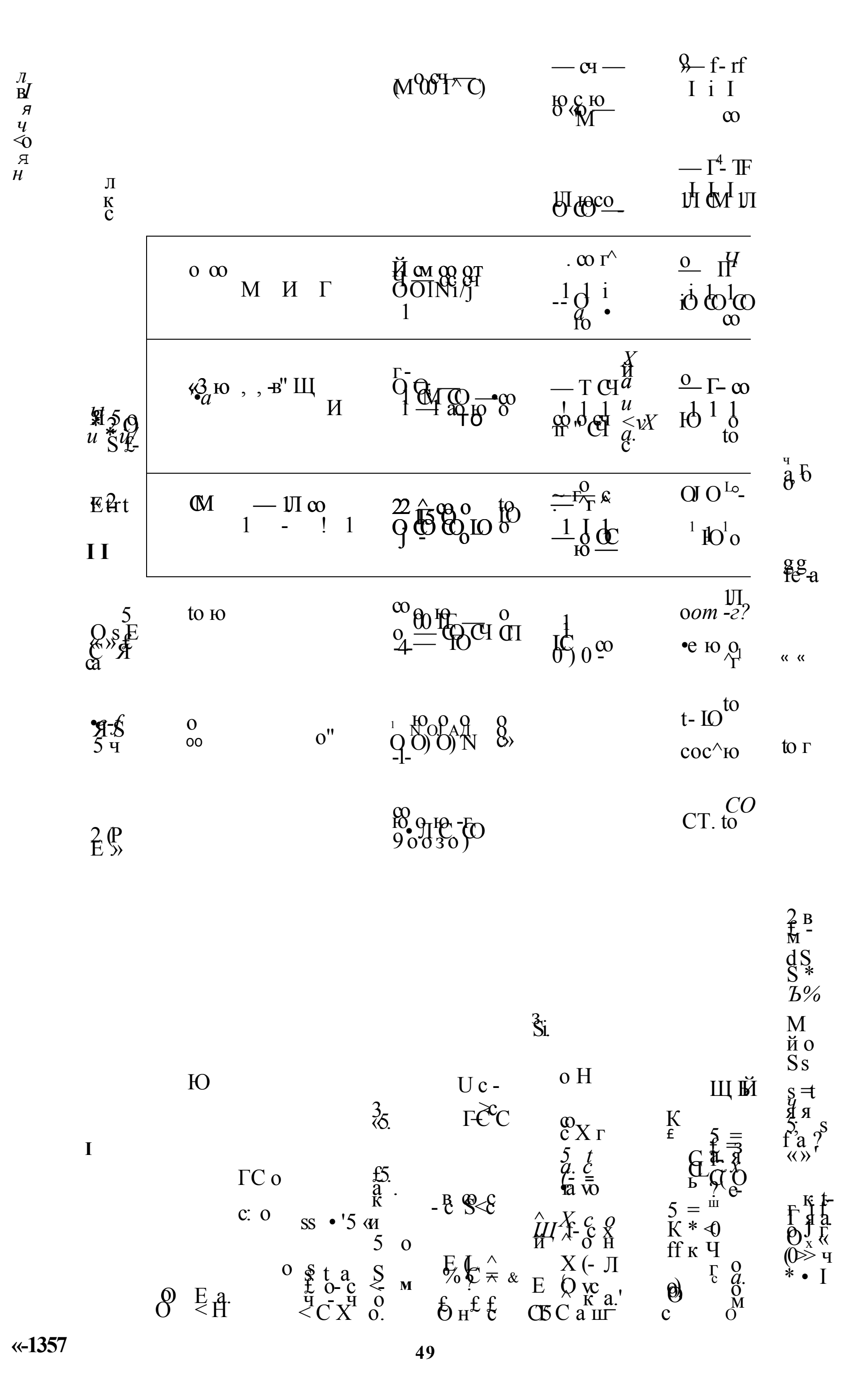
количестве 20%)• Аммиачная селитра содержит также горючие элементы и способна при наличии мощного инициирующего импульса к химическим реакциям в форме взрыва. Однако теплота взрыва аммиачной селитры мала, к тому же она имеет низкую чувствительность к возбуждению детонации в обычных условиях. Но в смеси с горючими, особенно со взрывчатыми химическими соединениями (тротил, гексоген и др.), теплота взрыва и восприимчивость к возбуждению детонации возрастают.

Аммиачная селитра образуется в результате взаимодействия аммиака с азотной кислотой по уравнению $NH_3 + HN0_3$—<-NH_4N0_3, По внешнему виду селитра представляет собой белое или слабо желтое кристаллическое вещество в виде чешуек, гранул или кристаллов. Для изготовления водоустойчивых аммиачно-селитренных ВВ применяют специальный сорт водоустойчивой аммиачной селитры марки ЖВ, При ее изготовлении в концентрированный плав аммиачной селитры вводят небольшое количество водного раствора сернокислого железа, затем кристаллы или гранулы ожелезненной селитры обрабатывают смесью жирных кислот и парафина в соотношениях 1:1.

Аммиачная селитра имеет два отрицательных свойства — слеживаемость и гигроскопичность, которые в значительной степени передаются содержащим ее ВВ. Слеживаемость проявляется при переходе селитры в различные модификации через температуры •—16, +32. +85, + 125, в результате чего происходит рекристаллизация, благоприятствующая более прочному сцеплению кристаллов аммиачной селитры. Аммиачная селитра хорошо растворяется в воде.

Почти во все аммиачно-селитренные ВВ в качестве взрывчатого компонента вводят тротил. Аммониты повышенной мощности содержат гексоген и алюминиевую пудру. Введение в состав аммонитов легко окисляющегося при взрыве алюминия увеличивает выделение тепла и тем самым повышает энергию (теплоту) взрыва. Такие составы называют *аммоналами*. В некоторые составы вводят небольшое количество древесной муки, являющейся горючим и разрыхлителем, уменьшающим слеживаемость аммонитов. В составы предохранительных аммонитов вводят пламегасители — хлористый натрий или хлористый калий.

Химические свойства аммиачно-селитренных ВВ определяются их составом (табл. 4). Для изготовления аммонитов используют только химически стойкие, не взаимодействующие между собой компоненты. Поэтому аммониты считают химически стойкими ВВ. *Критическая плотность* аммонитов находится в пределах 1,15—1,4 г/см^3. Аммониты, содержащие гексоген, имеют критическую плотность около 1.5 г/см^3. Аммониты сравнительно безопасны в обращении, однако в связи с разнообразием состава и их свойств чувствительность их, а следовательно, и безопасность в обращении колеблется в широких пределах. Практика подтверждает необходимость осторожного обращения с ними. Сильные удары, проталки-



вание металлическим инструментом застрявших в шнурах патронов аммонита неоднократно приводили к взрывам. Особенно осторожного обращения требуют аммониты, в состав которых входит гексоген или подобные ему взрывчатые компоненты. Чувствительность аммонитов к тепловому импульсу зависит главным образом от их состава. Аммониты, содержащие горючие добавки, более чувствительны к нагреву и пламени, чем аммониты, содержащие только селитру, тротил и некоторые неорганические добавки. От пучка искр при горении огнепроводного шнура аммониты не загораются. При поджигании более мощным источником аммониты загораются и на открытом воздухе сгорают без взрыва. В замкнутом объеме или при очень большом количестве аммонита в одном месте возможен переход горения во взрыв. Известны случаи перехода горения аммонитов во взрыв при пожарах в их производстве и при перевозках. Восприимчивость аммонитов к детонации достаточно высокая, и они надежно детонируют от взрыва капсюля-детонатора № 8. Увлажненные и сильно слежавшиеся, а также переуплотненные аммониты имеют пониженную восприимчивость к начальному импульсу, а иногда и вовсе не взрываются от капсюля-детонатора. В зависимости от назначения и состава аммониты сильно различаются по мощности взрыва. Наибольшую работоспособность и высокую бризантность имеют скальный аммонит № 1 прессованный, аммонал скальный № 3 и др.

На заводах в процессе их изготовления каждую партию аммонита подвергают испытаниям на содержание влаги, определяют степень измельчения компонентов и аммонита, плотность ВВ в патроне, бризантность, передачу детонации, водоустойчивость. Предохранительные аммониты, кроме того, испытывают в опытных штреках на воспламенение метана и угольной пыли.

В последнее время для предохранительных аммонитов при плотности 1,7 г/см^3 введено также испытание на критический диаметр, характеризующий детонационную способность этих ВВ при переуплотнении и склонности к выгоранию и их качество.

Периодически в контролирующих лабораториях институтов МакНИИ или ВостНИИ проводят полные испытания валовых партий аммонитов.

§ 28. Нитроэфирные взрывчатые вещества и их свойства

В соответствии с принятой терминологией в группу нитроэфирных ВВ входят динамиты, представляющие собой желатинообразные ВВ с большим содержанием жидких нитроэфиров, и низкопроцентные нитроэфирные ВВ, имеющие порошкообразную структуру и содержащие не более 10% жидких нитроэфиров, а также полупластичные нитроэфирные ВВ, содержащие до 15% капельно-жидких или слабожелатинированных нитроэфиров. В динамитах

нитроэфиры находятся только в желатинированном виде. Желатинирование жидких нитроэфиров заключается в растворении в них некоторого количества коллодионного хлопка или иизкоазотного пироксилина $C_{24}H_{31}O_{11}(ONO_2)_9$. При этом получается раствор, который в зависимости от содержания в нем коллодионного хлопка может быть твердым или подвижным, т. е. пластичным. Несмотря на ряд преимуществ перед другими ВВ, выпуск 62%-ного динамита в СССР из-за большой опасности в обращении в настоящее время резко сокращен. Из низкопроцентных нитроэфирных ВВ применяют детониты и предохранительные ВВ — победить! и углениты.

Детонитами называют аммиачпо-селитренное ВВ порошкообразной и полупластичной структуры. В состав детонитов входят водоустойчивая аммиачная селитра марки ЖВ, нитроэфиры, тротил, алюминиевая пудра и стеарат кальция или цинка. Из предохранительных аммиачно-селитренных ВВ с добавками нитроэфиров допущены к применению победит ВП-4, углениты Э-6, № 5, серный и нефтяной аммониты. В табл. 5 приведены составы детонитов, взрывчатые и другие характеристики, а в табл. 6 — составы и физико-химические, взрывчатые и другие характеристики предохранительных ВВ с добавками нитроэфиров.

Таблица 5

Показатели	Детониты		
	6А	10А	М
Состав, %			
Смесь нитроэфиров	6	10	
Аммиачная селитра ЖВ	77	76	
Тротил	11	8	
Алюминиевая пудра	5,3	5,2	
Стеарат кальция	0,7	0,7	
Коллодионный хлопок		0,1	
Сода (сверх 100%)	0,2—0,3	0,2	
Расчетные характеристики			
Кислородный баланс, %	— 1,25	+ 0,25	
Теплота взрыва, ккал/кг	1215	1231	
Объем газов, л/кг	841	835	
Температура взрыва, °С	3267	3243	
Идеальная работоспособность при р=1 г/см³, ккал/кг	960	973	
Экспериментальные характеристики			
Плотность, г/см³	1,1 - 1,2	1,2-1,2	
Работоспособность по Трауцлю, см³ . .	425—450	425—450	
Бризантпость по Гессу, мм	17—18	17—20	
Передача детонации между патронами (см) диаметром 24 (32) мм:			
сухими	5-8(8—18)	6—10(8—20)	6—12(8—22)
после часовой выдержки в воде . .	4—5(7—15)	4—8(7—16)	4—8(6—15)
Критический диаметр, мм	8-10	6—8	8-10

Таблица 6

Показатели	ВВ ограниченного применения и специального назначения			ВВ ДЛЯ >ЮЛЬНЫХ й смешанных забоев шахт всех категорий	
				Углениты	
	Победит ВП-4	Серный аммони г	Нефтяно;' аммонит	Э-6	5
Состав ВВ, %					
Аммиачная селитра:					
ЖВ	65,5	52	52,5	-	-
молотая	-	-	-	-	14
Нитрат натрия	-	-	-	46,3	-
Тротил	12	11,5	*l*	-	-
Нитроэфиры	9	5	9	14	10
Древесная мука	1,5	1,5	-	2,5	I
Стеарат кальция	-	-	1,5	1	-•
Хлористый натрий	12	-	-	-	75
Хлористый калий	-	-	*30*	7	-
Хлористый аммоний	-	30	-	29	-
Сода (сверх 100%)	0,3	0,2	0,3	-	-
Коллодионный хлопок (сверх 100%)	0,13	-	0,13	0,2	-
Кизельгур	-	-	-	-	-
Расчетные характеристики					
Кислородный баланс, % • • .	—0.2	— 1,4	—0,65	+0,5	+ 0,06
Теплота взрыва, ккал/кг . . .	923	486	744	633	*295*
Объем газов, л/кг	785	882	635	549	*217*
Температура взрыва, °С . . .	2547	1654	2089	1787	*898*
Полная работоспособность при плотности 1 г/см^3, ккал/кг .	720	399	545	465	165
Экспериментальные характеристики					
Плотность патронов, г/см^3 . .	1,1—1,3	0,95—1,1	1,1—1,3	1,1 — 1,2	1,1—1,3
Работоспособность по Трауцлю, см^3	320—340	200—220	230—240	130—170	50—90
Бризантность по Гессу, мм . .	14—18	10—12	13—14	7—11	4—8
Передача детонации между патронами, диаметром 36 (32) мм,					
сухими	6—25	(5-Ю)	(3-7)	5—12	3—10
после выдержки в воде .	5—20	(3-5) (гор)	(2-5) (гор)	3—10	2—4
Скорость детонации в патронах, км/с	4,5	2,6—3,0	2,8—3,2	1,9—1,2	21,7—1.9
Предельный заряд в мортире опытного штрека по метану. г не менее	600	-	400		
Предельный свободный заряд. не воспламеняющий метан в опытном штреке, г не менее				200	250

Химическая стойкость детонитов должна быть не ниже 10 мин по йодокрахмальной пробе. Пониженная стойкость может наблюдаться у детонитов, изготовленных на водоустойчивой аммиачной селитре марки ЖВ с повышенной кислотностью. Во избежание этого в состав детонитов и угленитов добавляют небольшое количество соды. Указанная мера надежно обеспечивает выпуск химически стойких детонитов, угленитов, победитов и др. Аммиачно-селитренные ВВ с добавками нитроэфиров безотказно детонируют от взрыва капсюля-детонатора или электродетонатора № 8.

Все нитроэфирные ВВ тем более чувствительны к механическим воздействиям, чем больше содержание нитроэфиров в их составе.

Однако в обращении такие ВВ сравнительно безопасны. Поэтому на все низкопроцентные нитроэфирные ВВ распространяются правила хранения и транспортирования, установленные для аммиачно-селитренных ВВ, не содержащих нитроэфиров. Низкопроцентные нитроэфирные ВВ, содержащие большое количество аммиачной селитры, так же как и аммониты, способны слеживаться и увлажняться.

Слежавшиеся ВВ в патронах перед заряжанием необходимо разминать руками. Все ВВ, применяемые в угольных шахтах, являются достаточно водоустойчивыми. Из непредохранительных ВВ детониты 6А, 10А, М имеют высокую работоспособность и критический диаметр 7—8 мм. Если оптимальное содержание алюминия в составе аммонала составляет 4—5%, то в детонитах содержание его доходит до 10%, и эти ВВ хорошо детонируют.

§ 29. Взрывчатые вещества в предохранительных оболочках

В настоящее время для взрывания в особо опасных по метану забоях и для распыления воды в полиэтиленовых сосудах применяют патроны ПВП-1-У или ПВП-1-А. Конструктивно ПВП-1-У состоит из внутренней и наружной полиэтиленовых оболочек, между которыми размещается концентрированный раствор аммиачной селитры принимает участие в реакции взрывчатого разложения, твора вокруг взрывчатого ядра составляет 4—5 мм. В качестве взрывчатого ядра во внутреннюю оболочку помещают предохранительный аммонит ПЖВ-20 массой 125 г для ПВП-1-У и 185 г длп ИВП-1-А. При взрыве аммонита окружающий раствор аммиачной селитры принимает участие в реакции взрывчатого разложения. При этом образуется дополнительное количество газообразных продуктов взрыва, что позволило увеличить работоспособность и Улучшить детонационные свойства. Один патрон ПВП-1-У по эффективности взрыва примерно одинаков с аммонитом ПЖВ-20 массой 200 г. Пламегасящим средством в данном случае является ка-

пельножидкая вода, распыляемая взрывом аммонита ПЖВ-20 внутри оболочки. Поэтому патроны ПВП-1-У (рис. 5), как и патроны ПВП-1, в оболочке которых был раствор соли, имеют повышенные предохранительные свойства — они не воспламеняют метановоздушную смесь (содержащую 9,5% CH_4) при взрыве двух патронов в свободноподвешенном состоянии. Температура замерзания аммиачно-селитренного раствора — ниже —17 °С. Раствор аммиачной селитры в оболочке, кроме предохранительных свойств, защи-

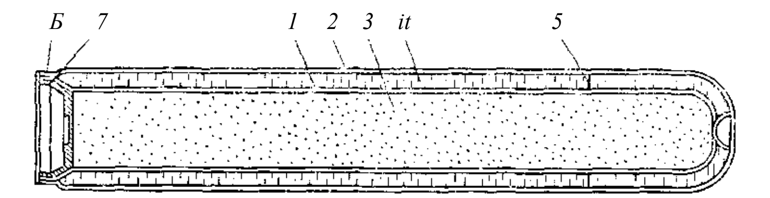


Рис. 5. Патрон ПВП-l-V.

щает ВВ в патроне от выгорания, благодаря чему такие патроны устойчивы против выгорания в шпурах.

Наиболее безопасными для взрывных работ в угольных забоях выработок, отнесенных к особо опасным по взрыву метана и угольной пыли, являются взрывные патроны СП-1 в полиэтиленовых оболочках. Эти патроны, в ядре которых помещен угленит Э-6, а в оболочке — более концентрированный раствор аммиачной селитры (до 70%), в 1973 г. допущены к применению в условиях, для которых предназначены средства беспламенного взрывания. В отличие от известных предохранительных ВВ они не воспламеняют взрывчатую смесь метана с воздухом при взрыве заряда, состоящего из четырех патронов, общей массой около 2 кг в стальной уголковой мортире (рис. 6) при наличии отражательной стенки. Такой вид испытаний предусмотрен только для высокопредохранительных ВВ (VI класса), для зарядов массой до 1,4 кг. Самой важной и существенной особенностью этих патронов является высокая их устойчивость против выгорания в шпурах. Такие патроны безопасны для применения не только в угольных, **но** и в других шахтах и рудниках, атмосфера которых отличается повышенной опасностью воспламенения.

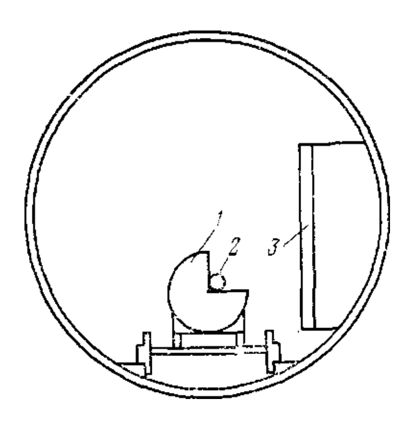


Рис. 6. Схема испытания предохранительных ВВ IV класса в уголковой мортире.

§ 30. Общие правила обращения со взрывчатыми материалами и их деление по степени опасности при хранении и перевозке

При любых операциях с ВМ необходимо соблюдать максимальную осторожность: ВМ не следует подвергать ударам и толчкам, запрещается также толкать, бросать, волочить, перекатывать (кантовать) и ударять ящики с ВМ. При обращении с ВМ запрещается курить, а также применять открытый огонь ближе 100 м от места расположения ВМ. При работе с ВМ запрещается иметь при себе огнестрельное оружие, спички и другие зажигательные, а также курительные принадлежности. Как исключение, спички или иные зажигательные принадлежности разрешается иметь только мастерам-взрывникам, лаборантам и другим лицам, которые в процессе работы или испытания непосредственно зажигают огнепроводный шнур.

Запрещается нарушать целостность и форму патронов — ломать, резать, мять, снимать оболочку, делать углубления для детонаторов и пр. Категорически запрещается применять при взрывных работах слежавшиеся (не поддающиеся размятию руками) порошкообразные аммиачно-селитренные ВВ или ВВ, увлажненные более установленной нормы.

Порошкообразные аммиачно-селитренные ВВ в патронах для шпуровых зарядов перед применением необходимо осторожно разминать без нарушения целостности оболочки. Слежавшиеся порошкообразные ВВ, содержащие гексоген или жидкие нитроэфиры, разрешается использовать на открытых работах без предварительного размятия этих ВВ в патроне. В шахтах, не опасных по газу или пыли, при заряжании шпуров разрешается надрезать оболочку по длине патронов.

Запрещается тянуть за провода электродетонаторов, т. е. вытягивать их *из гильзы или вытаскивать таким* образом ЭД из шпура. При обращении с ДШ запрещается ударять по шнуру чем-либо или бросать на него предметы. Вблизи ящиков с ВМ не разрешается курить и держать открытый огонь. Не разрешается резать ДШ после введения в заряд ВВ и зажигать его.

Все ВМ по степени опасности при хранении и перевозке разделяют на следующие группы:

I группа — ВВ с содержанием жидких нитроэфиров более 15%, нефлегматизированный гексоген, тетрил.

И группа — аммиачно-селитренные ВВ, тротил и сплавы его с другими нитросоединепиями, ВВ с содержанием жидких нитроэфиров не выше 15%, флегматизированный гексоген, **ДШ.**

III группа — пороха дымные и бездымные.

IV группа — детонаторы, КД, ЭД, пиротехническое реле КЗДШ.

V группа — перфораторные заряды и снаряды с установленными в них взрывателями.

I

ВВ различных групп необходимо хранить и перевозить раздель. но. Возможность совместной перевозки допускают только при соблюдении условий, предусмотренных требованиями «Единых правил безопасности при взрывных работах».

Огнепроводный шнур, средства его зажигания, зажигательные патроны, а также электровоспламепители можно хранить и перевозить совместно с ВМ II, III и IV групп. ДШ можно хранить совместно с детонаторами. В тех условиях, где помещения приспособлены для храпения ВВ с содержапием жидких нитроэфиров более 15%, разрешается в отдельных помещениях (ячейках, или камерах) таких складов хранить и ВВ II группы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛ. IV

1. Какие требования предъявляются к ВВ?
2. Как разделяются ВВ по условиям безопасности их применения?
3. Какие ВВ относятся к нитроеоедкнениям?
4 Какие ВВ относятся к нитроэфирам?
5. Что представляют собой аммиачно-селитренные ВВ?
6. Какие ВВ содержат в своем составе нитроэфиры?
7. Какие ВВ в предохранительных оболочках **применяют для взрывныа работ?**

ГЛАВА V

СРЕДСТВА ВЗРЫВАНИЯ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

§ 31. Инициирующие взрывчатые вещества

Инициирующие ВВ, как уже отмечалось, способны даже в незначительных количествах взрываться под действием одного из простейших начальных импульсов (луча огня, удара, накола, трения). Способность инициирующих ВВ детонировать в ничтожно малых количествах связана с быстрым нарастанием скорости их взрывчатого превращения. Например, при взрыве азида свинца присущая этому инициирующему ВВ скорость детонации устанавливается на очень коротком участке, измеряемом долями миллиметра. Критический диаметр детонации азида свинца составляет всего 0,01—0,02 мм.

Для возбуждения взрыва инициирующих ВВ обычно используют тепловой импульс. При одинаковых условиях воспламенения восприимчивость к детонации у одних инициирующих ВВ выше, а у других — ниже. Например, если на листе картона положить одинаковые, небольшие количества азида свинца и гремучей ртути и поджечь их, то гремучая ртуть только сгорит, а азид сдетонирует и пробьет в картоне отверстие. Инициирующую способность инициирующих ВВ определяют несколькими методами. Наиболее распространенным из них является определение предельного заряда, который требуется для того, чтобы вызвать полную детонацию в заряде вторичного (бризантного) ВВ, запрессованного в медную гильзу капсюля-детонатора.

Инициирующие ВВ очень чувствительны к трению, что увеличивает опасность обращения с КД в процессе изготовления зажигательных трубок в результате трения о стенки гильзы КД. Даже легкое трение инициирующих ВВ способно вызвать их взрыв. Поэтому обращение с инициирующими ВВ и изделиями, содержащими их, должно быть очень осторожным.

Гремучую ртуть получают при взаимодействии металлической Ртути, этилового спирта и азотной кислоты. Плотность кристаллов гремучей ртути колеблется в пределах 4,3—3,4 г/см^3 и зависит от ее чистоты. Насыпная плотность порошкообразной гремучей ртути 1,22—1,25 г/см^3. Она хорошо прессуется. При давлении прессования з00 кгс/см^2 плотность ее достигает 3,5 г/см^3. Чистая гремучая ртуть яра

ктически мало гигроскопична. Растворимость гремучей ртути в воде очень низкая. В 100 г воды при температуре 12 °С раство-

ряется всего лишь 0,07 г, а при 100 °С — 0,77 г гремучей ртути. При сильном увлажнении она теряет свои взрывчатые свойства, при 10%-ной влажности горит, не детонируя, при 30%-ной влажности она даже не загорается. Поэтому гремучую ртуть в целях безопасности хранят под водой. Химическая устойчивость гремучей ртути достаточна для практического применения. Температура вспышки гремучей ртути находится в пределах 170—180°С. От луча огня огнепроводного шнура или от электровоспламенителя гремучая ртуть безотказно загорается. Порошкообразная гремучая ртуть, взятая в небольших количествах, загорается, дает вспышку с характерным глухим хлопком, но при этом не получается бризантного действия. Запрессованная под давлением 250—350 кгс/см^2, она взрывается и инициирует навеску бризантного ВВ. Недостатком гремучей ртути является ее способность перепрессовываться, вследствие чего при воспламенении от луча огня она выгорает, но не детонирует. Температура взрыва гремучей ртути, вычисленная на основании уравнения взрывчатого разложения, равна 4450°С. При разложении 1 кг гремучей ртути образуется 311 л газообразных продуктов. Теплота взрыва 405 ккал/кг. Скорость детонации гремучей ртути 4,5—4,85 км/с. Гремучую ртуть ранее широко применяли в качестве инициирующего ВВ в капсюлях-детонаторах и электродетонаторах, однако в последнее время ее все шире заменяют азидом свинца. Кроме перечисленных недостатков гремучей ртути, причиной ограничения ее применения является высокая токсичность паров ртути, образующихся при ее взрыве.

Азид свинца получают осаждением из водных растворов азида натрия и азотнокислого свинца по реакции

$$Pb(NO_3)_2 + 2NaN_3 \longrightarrow Pb(N_3)_2 + 2NaNO_3.$$

Азид свинца не содержит ни углерода, ни водорода, ни кислорода. Реакция взрыва азида свинца представляет собой распад молекулы на свинец и азот (РЬЫб—>-Pb + 3N2) и сопровождается значительным выделением тепла.

Азид свинца представляет собой мелкокристаллический порошок белого цвета с плотностью в кристаллах 4,73 г/см^3. Прессование не оказывает заметного влияния на инициирующую способность азида свинца, но применяется он только в прессованном виде. Чувствительность азида свинца к лучу огня, особенно в запрессованном виде, несколько ниже, чем у гремучей ртути. Температура вспышки его равна 325—350°С.

К основным недостаткам азида свинца следует отнести возможность самопроизвольных взрывов в процессе изготовления из-за высокой его чувствительности к механическим воздействиям (удару, трению и др.). Применение медных или латунных гильз для снаряжения капсюлей-детонаторов азидом свинца запрещено, так как создается опасность образования азида окисной меди, чувствительность которого к механическим воздействиям чрезвычайно высока. С алюминием азид свинца не взаимодействует. Практически

_ свинца не взаимодействует с железом, поэтому его обычно запоессовывают в стальные колпачки (втулки).

Теплота взрывчатого разложения азида свинца равна 381 ккал/кг. Объем газов, образующихся при взрыве, составляет 308 л/кг. Температура взрыва 4300 °С. Скорость детонации 5,3 км/с. Азид свинца применяется в качестве инициирующего ВВ в капсюлях-детонаторах.

Тенерес (тринитрорезорцииат свинца) получают на основе резорцина, который подвергают нитрации. Затем его обрабатывают углекислым натрием для получения тринитрорезорцината натрия, водный раствор которого используют для осаждения тринитро — резорцината свинца при взаимодействии с раствором азотнокислого свинца. Тенерес представляет собой темно-желтые, сильно электризующиеся кристаллы с плотностью 3,01 г/см^3. Он физически и химически стоек, мало растворим в воде и мало гигроскопичен, с металлами не взаимодействует. Чувствительность к удару у тенереса ниже, чем у гремучей ртути и азида свинца. По чувствительности к трению он занимает среднее место между гремучей ртутью и азидом свинца. Температура вспышки тенереса 270—280° С, инициирующая способность его ниже, чем у гремучей ртути и азида свинца. В связи с этим его применяют в качестве инициирующего ВВ лишь вместе с азидом свинца, которому он передает воспламенение. Объем газов взрыва 448 л/кг, теплота взрыва 418 ккал/кг, температура взрыва 3030° С, скорость детонации 5,2 км/с.

§ 32. Капсюли-детонаторы и электродетонаторы

КД представляют собой комбинированный заряд из запрессованных в металлическую гильзу первичного заряда инициирующего ВВ и заряда вторичного бризантного ВВ. Размеры гильз: диаметр наружный 7,05—7,2 мм, внутренний 6,3—6,5 мм, длина гильзы 48,5—51 мм. Гильзы изготовляют из меди, алюминия, стали или биметалла.

В качестве вторичного заряда в капсюле-детонаторе используют тетрил (1 г), гексоген (1 г) или тэн (1 г). В качестве первичного заряда используют 0,5 г гремучей ртути (рис. 7) или 0,18—0,20 г азида свинца с добавкой 0,1 г тенереса. Тетрил, гексоген или тэн запрессованы в донную часть гильзы. После запрессовки вторичного заряда ВВ подсыпают еще небольшое количество того же ВВ и засыпают первичный заряд инициирующего ВВ, затем в гильзу КД помещают металлическую чашечку. Передача луча огня от электровоспламенителя и огнепроводного шнура к инициирующему о происходит через отверстие в чашечке диаметром 2—2,5 мм. начальный период горения инициирующего ВВ (гремучей рту-", тенереса) прочные стенки чашечки ограничивают расширение Родуктов горения и за счет возрастающего давления облегчают пе<

реход горения в детонацию. Наличие чашечки уменьшает опасность при вводе в КД огнепроводного шнура при изготовлении зажигательной трубки. КД могут легко взрываться от удара, искры, пламени, трения. Поэтому при обращении с ними нужно соблюдать большую осторожность: их нельзя бросать, ронять, а также ударять по ним любыми предметами. Хранить КД нужно только в сухих помещениях.

Электродетонатор представляет собой КД, в свободную часть гильзы которого вмонтирован электровоспламенитель. В ЭД короткозамедленного и замедленного действия между инициирующим ВВ и электровоспламенителем помещают замедляющий элемент. Электровоспламенитель состоит из мостика накаливания и воспламенительного состава, мостик накаливания — из нихромовой проволоки диаметром 0,03 мм, припаянной к двум выводным проводам. Длина мостика накаливания составляет 1,0—1,2 и 2,0—3,0 мм, в зависимости от конструкции электровоспламенителя. На мостик накаливания нанесен первый слой воспламенительного состава, состоящий из беотолетовон соли — 50%, роданистого свинца—50% и свинцового сурика—1 % сверх 100%, замешанных па 3%-ном коллоксилнповом лаке. На первый слой нанесен зажигательный состав из свинцового сурика — 90% и спликокальция — 10%. Сверху электровоспламенитель покрывают нитролаком. Принцип действия ЭД заключается в том, что электрический ток, проходя через мостик накаливания, нагревает его и прилегающий к нему восллામенntельнын состав. Последний, воспламеняясь, вызывает воспламенение инициирующего ВВ в КД или замедляющего состава ЭД короткозамедленного и замедленного действия. Замедляющий пиротехнический состав, сгорая за определенное время, воспламеняет инициирующее ВВ в капсюле-детонаторе.

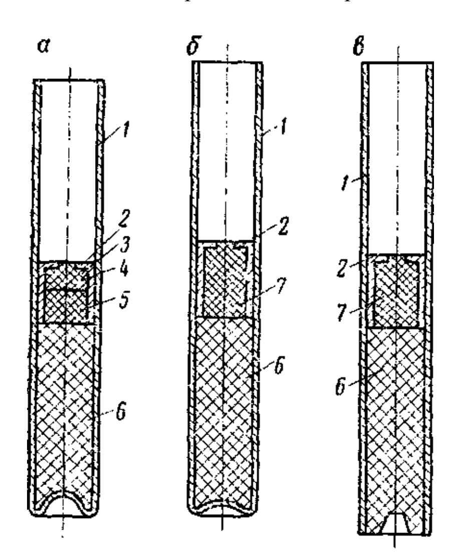


Рис. 7. Устройство капсюлей-детонаторов:

а — капсюль-детонатор № ***S-K-***, *б* — капсюль-детонатор 8-М: *в* — капсюль-детонатор № 8 G; / — гильза; 2— чашечка; 3 — сотка шелковая; *4* — тенерес; *5* — атид свннца; *6* — тетрил или гексоген; *7* — гремучая ртуть

Размеры гильз ЭД: длина 51—72 мм, диаметр 7,2—7.6 мм. Гильзы ЭД изготавливаются из биметалла. ЭД герметизируют пластикатовой пробкой путем обжимки их гильз по пробочке.

Выводные провода всех ЭД имеют водостойкую изоляцию (полиэтиленовую или пслививиилхлоридную). Диаметр медной жилы

выводных проводов равен 0,5 мм, длина проводов может быть 2,0; 2 5' 3,0; 3,5 и 4.0 м. ЭД с длиной проводов 3 м и более изготовляет' по специальным заказам потребителя. Сопротивление ЭД, **имеющих** медную жилу проводов, находится в пределах 1.6—• 3 6 Ом в ЭД с жестким креплением мостика накаливания и 2,0— 4',2 Ом в ЭД с эластичным креплением. Для большей надежности **инициирования** уплотненных предохранительных **ВВ** снаряжают ЭД с усиленным вторичным зарядом, т. е. тетрила 1,6 г или гексо**гена** 1,45 г. На гильзы предохранительных ЭД мгновенного и ко-

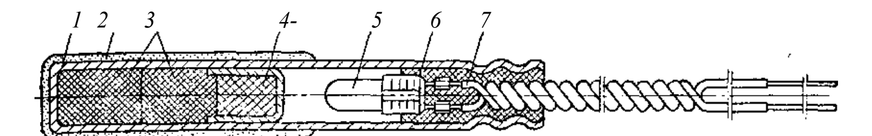


Рис. 8. Предохранительный ЭД мгновенного действия ЭД-8-ПМ:
1 — гильза биметаллическая толщиной 0.3 мм; *2* — предохранительная оболочка иэ сернокислого калия (K_2SO_4) толщиной 0.12—0.1 мм; 3 — тетрил, тэн или гексоген; *4* — азид свинца; 5 — электровоспламенигель; 6—пробка пластикатовая; 7 — провода

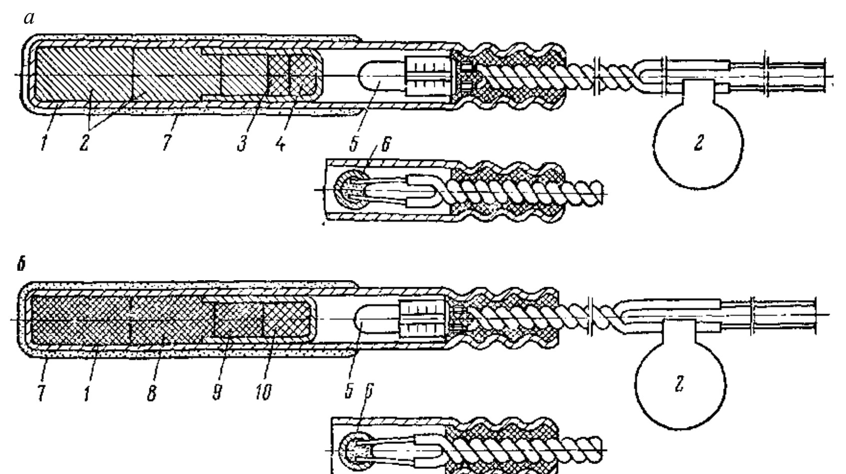


Рис. 9 Предохранительные ЭД короткозамедленного действия.

роткозамедленного действия с толщиной стенки 0,2—0,3 мм нанесен предохранительный слой из лака с добавкой сернокислого калия **(K_2SO_4)** толщиной 0,1—0,2 мм. Такие ЭД имеют повышенную инициирующую способность и безопасны в метано-воздушной среде. В настоящее время на угольных шахтах применяют предохранительные ЭД мгновенного ЭД-8-Г1М (рис. 8) и короткозамедленного действия ЭДКЗ-ПЛМ5 и ЭДКЗ-ПМ-25 (рис. 9). Для взрывания в забоях, не опасных по метану или пыли, применяют ЭД Замедленного действия ЭДЗД (рис. 10).

Импульс воспламенения ЭД находится в пределах 0,6—2A^2-мс. Безотказный ток, воспламеняющий 20 последовательно соединенных электродетонаторов, — 1А, безопасный (невоспламеняющий) ток — 0,18А. Время срабатывания мгновенных ЭД составляет 2—6 мс. Все параметры ЭД должны быть такими, чтобы к моменту взрыва самого чувствительного ЭД у наименее чувствительного ЭД мостик успел сообщить воспламенительному составу количество тепла, достаточное для его воспламенения. ЭД должны надежно взрываться от допущенных источников тока и в то же время долж-

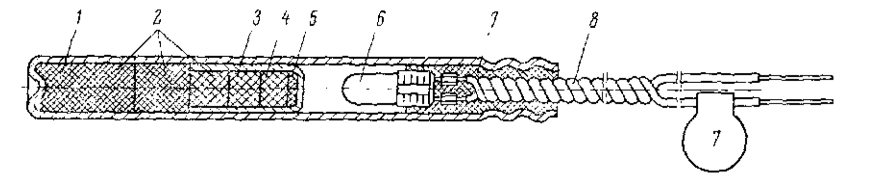


Рис. 10. ЭД замедленного действия ЭДЗД:
/ — гильза биметаллическая толщиной 0,3 мм; *2* — тетрил, тэн или гексоген; *3* — азид свинца; 4 — замедляющий состав; 5 — злектровоспламеиитель с жестким креплением; *6* — злектровоспламеиитель с эластичным креплением мостика накаливания; *7* — предохранительная оболочка из сернокислого калия (K2S0<); *8* — тетрил, тэи или гексоген; *9* — гремучая ртуть; *10* — замедляющий состав

ны быть мало чувствительными к блуждающим токам. Время замедления и допускаемые разбросы по времени срабатывания ЭД короткозамедленного и замедленного действия приведены в табл. 7.

Таблица 7

Заводская марка ЭД	Номинальное время срабатывания, мс	Допустимый разброс времени срабатывания, мс		Допустимые пределы Времени срабатывания, мс	
		плюс	минус	минимальное	максимальное
ЭД короткозамедленного действия ЭДКЗ-ПМ-15					
1МП	15	7	7	8	22
2МП	30	7	7	23	37
3МП	45	7	7	38	52
4МП	60	7	7	53	67
5МП	80	8	12	68	88
6МП	100	9	11	89	109
7МП	120	10	10	110	130
ЭД короткозамедленного действия ЭДКЗ-ПМ-25					
1П	25	10	10	15	35
2П	50	10	10	40	60
3П	75	15	10	65	90
4П	100	30	5	95	130

Заводская марка Эд	Номинальное время срабатывания, мс	Допустимый разброс времени срабатывания, мс		Допустимые пределы времени срабатывания, мс	
				минимальное	максимальное
ЭД короткозамедленного действия ЭДКЗ					
	25	10	10	15	
	50	10	10	40	
	75	15	10	65	
	100	30	5	95	
	150	45	15	135	
	250	50	50	200	
ЭД замедленного действия ЭДЗД*					
7	0,5	0,05	0,15	0,35	0,55
8	0,75	0,125	0,15	0,6	0,875
9	1,0	0,3	0,75	0,925	1,3
10	1,5	0,35	0,15	1,35	1,85
11	2,0	0,6	0,1	1,9	2,6
12	4,0	0,5	0,5	3,5	4,5
13	6,0	0,6	0,6	5,4	6,6
14	8,0	0,9	0,9	1,1	8,9
15	10,0	1,6	0,8	9,2	11,6

Время замедления, с.

§ 33. Огнепроводный шнур и средства его зажигания

Огнепроводный шнур (рис. 11) служит для надежной и безопасной передачи луча огня на требуемое расстояние в течение определенного времени и воспламенения инициирующего ВВ в КД или заряда дымного пороха. Для снаряжения огнепроводного шнура используют дымный порох, состоящий из 78% калиевой селитры, 12% древесного угля и 10% серы. В 1 м шнура содержится около 6 г пороха. Диаметр пороховой сердцевины составляет 0,6—2 мм, плотность ее 1,8 г/см^3. По центру пороховой сердцевины проходит направляющая хлопчатобумажная нить. Пороховая сердцевина заключена в две-три оплетки из льняной и хлопчатобумажной пряжи для шнура марок ОШДА и ОША соответственно, а для Шнура марки ОШП поверх второй оплетки сделано покрытие пла^тикатовой массой. Вторая оплетка ОША, вторая и третья оплетки ОШДА покрыты слоем водоизолирующей мастики. Наружная оболочка шнуров ОША и ОШДА состоит из хлопчатобумажной пряжи, покрытой слоем водоизолирующей мастики и опудренной тальком. Шнуры пластикатовый (ОШП) и двойной асфальтированный (ОШДА) применяют в обводненных и влажных забоях, а асфальтированный шнур ОША — во влажных и сухих забоях.

г

Горение шнура должно протекать равномерно, без затуханий, хлопков и пробивания искр через оболочку. Основные требования, предъявляемые к огнепроводному шнуру, — полнота и постоянство скорости горения. Скорость горения должна быть в пределах 0,85—1 см/с, т. е. отрезок длиной 60 см должен сгорать за 60—70 с. Скорость горения не должна изменяться после выдержки его на глубине i м в воде при температуре 15—20°С в течение 4 ч для шнуров ОШП и ОШДА и 1 ч для шнура ОША. Погружение шнура ОШП





Рис. И. Огепроводный шнур:
I — оболочка; *2* — пороховая сердцевина

в воду следует выполнять с выведением его концов наружу. На ружная оболочка шнура после выдержки при температуре —25 °С для двойного асфальтированного и асфальтированного шнуров (ОШДА и ОША) и с температурой — 30 °С для шнура ОШП должна обеспечивать воло- и влагонепронпиаемость. Огнепровод ный шнур выпускается отрезками по 10 м, которые свернуты в круги разных диаметров, вложены один в другой, в результате образована бухта. Диаметр шнура ОША равен 4,8—5,8 мм, а шнуров ОШП и ОШПА — 5—6 мм. Гарантийный срок использования шнура ОША — один год, а шнуров ОШП и ОШДА — пять лет.

Средства зажигания огнепроводного шнура. При необходимости зажигания только одного огнепроводного шнура разрешается зажигать его спичкой. Для зажигания нескольких шнуров пользуются отрезком огнепроводною шнура с надрезами, зажигательными свечами и патронами, электрозажш ательными патронами, электрозажигательными трубками. Электрозажигательные патроны ЗП-Б (рис. 12, *а)* и ЭЗГ1-Б (рис. 12,6) представляют собой картонную гильзу *1,* на которую одето резиновое кольцо *2.* На дне гильзы помещена втулка *5,* в которую вмонтирован э.текгровоспламенитель 6', на втулку уложен зажигательный состав 3. В патроне ЗП-Б вместо втулки помешен плотный кружок *4.* В зависимости от числа шнуров патроны ЗЗП-Б изготовляют пяти номеров (№ 1—№ 5).

Диаметр гильзы, мм . .	20	24	30	35	40
Допустимое число umv-ров . . . .*.	До 7	3-12	13--!9	20-27	28-37

Зажигательный состав, изготовленный из смеси свинцового сурика и кристаллического кремния, замешанных на нитролаке, помещен на дно гильзы, уплотнен и после затвердевания покрыт лаком. Толщина слоя зажигательной смеси во всех патронах составляет 4 мм. Электровоспламенитель у патронов ЭЗП-Б такой

IF'
v>

ate, как у ЭД короткозамедленного действия. При пропускании тока мостик воспламеняет воспламенительный состав, прилегающий к нему, от которого в свою очередь воспламеняется зажигательная смесь в патроне и затем все огнепроводные шнуры, вставленные в него. В патроне ЭП-Б зажигательный состав зажигают отрезком огнепроводного шнура или при помощи электрозажигательной трубки ЭЗТ-2. Зажигательные патроны укрепляют на предварительно связанном пучке отрезков огнепроводных шнуров резиновым кольцом, которое сдвигается к верхней части гильзы, прижимает выступ гильзы к пучку шнуров.

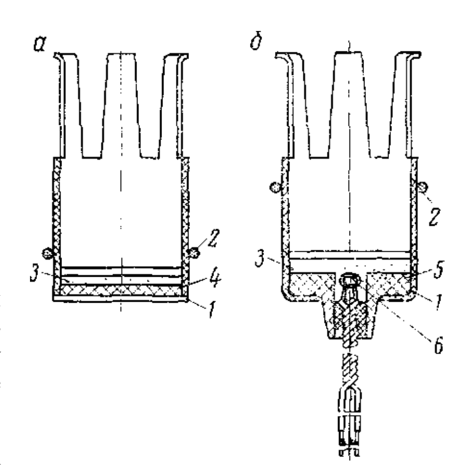


Рис. 12. Средства электроогневого взрывания.

§ 34. Детонирующий шнур и его назначение

В качестве сердцевины детонирующего шнура применяется кристаллический или гранулированный тэн. Через сердцевину проходят две направляющие хлопчатобумажные нити. Масса взрывчатой сердцевины на 1 м шнура должна быть: 12 г для шнура марки ДШ-А, 12,5 г для ДШ-Б, 14 г для ДШВ. Диаметр шнура ДШ-А и ДШ-Б составляет от 4,8 до 5,8 мм, а для шнура ДШВ — от 5,5 до 6,1 мм. Взрывчатая сердцевина сплетается пряжей в три слоя оплеток (рис. 13). Водоизолирующая мастика на оплетках шнура марок ДШ-А и ДШ-Б, а также полихлорвиниловый пластикат на наружной оплетке шнура марки ДШ-В нанесены сплошным равномерным слоем и обеспечивают водонепроницаемость оболочки шнура. Чтобы различать марки детонирующего шнура, а также отличать его от огнепроводного шнура, их изготовляют следующих цветов: ДШ-А — от белого до желтого цвета с одной и двумя отличительными красными нитками по третьей оплетке, ДШ-Б и ДШ-В — красные с различными оттенками. Скорость детонации Детонирующего шнура 6,5 км/с. Детонирующий шнур должен безотказно взрываться от КД или ЭД или взрыва заряда ВВ.

При бескапсюльном взрывании для усиления инициирующей способности на конце детонирующего шнура, помещаемом в заряд "В, делают несколько узлов или складывают несколько ниток детонирующего шнура и обматывают их этим же шнуром. Основными Достоинствами детонирующего шнура являются полная гарантия безотказного инициирования зарядов, мгновенность взрыва всей серии зарядов, удобство инициирования рассредоточенных зарядов

в скважинах, надежность инициирования очень длинных зарядов, повышенпе оезопаености работ при бескапсюльиом взрывании.

Детонирующий шнур выпускают в бухтах по 50 или 100 м. Его можно резать острым ножом на деревянной доске, при этом удаоять ножом по шпуру запрещается. Для безопасности при резании *шпура* необходимо размотать бухту и отнести ее не менее чем на 10 м от места резки. Если ДШ находится в заряде ВВ, его резать запрещается. Взрывные сети из ДШ могут быть с ответвлениями к отдельным зарядам. При монтаже таких сетей шнуры соединяют

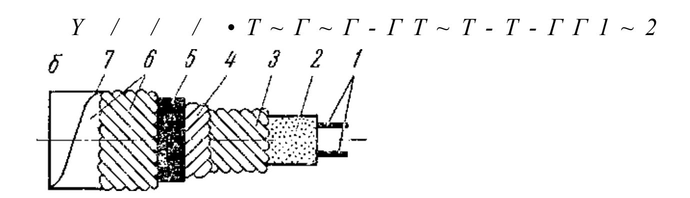


Рис. 13. Детонирующий шнур ДШ-А:

а — обший вид ДШ; б — продольный разрез; / — две направяяющие нити; 2 — взрывчатая сердцевина; 3 — первая оплетка; *t* — вторая оплетка; *5* — слой водоизолирующей мастики; *6* — третья оплетка, пропитанная водоизолирующей мастикой; *7* — отличительная красная нить; в — торцевой слой мастики, предохраняющей сердцевчну ДШ от увлажнения и высыпания

между собой внакладку или связывают морским узлом. Поэтому .важно, чтобы шнур был прочным (выдерживал разрывное усилие до 50 кг) и имел достаточную эластичность.

Детонирующий шнур должен сохранять способность к детонанми: после нагревания ДШ-А и ДШ-Б до температуры +50°С и ДШ-В до температуры +55°С, при охлаждении ДШ-А и ДШ-Б до температуры —28 °С и ДШ-В —35 °С. Способность детонировать должна сохраняться после выдержки в воде шнура ДШ-А на глубине 0,5 м в течение 12 ч, ДШ-Б в течение 24 ч и шнура ДШ-В — та глубине 1 м в течение 24 ч. Концы детонирующего шнура при замачивании должны находиться над поверхностью воды. Гарантийной срок хранения детонирующего шпура при нормальных складских условиях должен быть два года для ДШ-А, пять лет — для ДШ-Б в герметичной укупорке, десять лет — для ДШ-В в герметичной и три года в негерметичной укупорке.

При поджигании детонирующий шнур загорается с трудом и .орит спокойно, однако зажигать отрезки длиной более 10—12 см лапрещается. Обращаться с детонирующим шнуром необходимо осторожно. По шнуру запрещается ударять чем-либо или бросать на него твердые предметы. Его нужно хранить в сухих помещениях склада ВМ. Кроме названных выше, выпускают детонирующий шнур следующих марок: ДШУ-60, ДШУ-33, ДШТ-165, ДШТ-180, ДШТ-200, ДШ-60 и ДШ-9.

§ 35. Пиротехнические реле

В местах, где возможны блуждающие токи или другие помехи, **не** позволяющие применять электровзрывание, целесообразно применять короткозамедленное взрывание с применением пиротехнических реле, которые служат для создания необходимых интервалов времени замедления во взрывной сети из детонирующего шнура.

С 1972 г. при взрывных работах на поверхности применяют пиротехнические реле КЗДШ-69. Принцип действия этого реле заключается в том, что в искусственно сделанный разрыв взрывной сети из детонирующего шнура помещают реле. Концы детонирующего шнура реле и взрывной сети соединяют в накладку и скрепляют. При взрыве магистрали взрывается один конец шнура реле, раскаленные продукты детонации мгновенно проходят через отверстие в диафрагмах в пустотелую часть трубки, воспламеняют замедляющий состав, от пламени которого через заданный интервал времени взрывается специальный капсюль. Этот капсюль вызывает взрыв детонирующего шнура в последующей части взрывной сети. Металлическая пустотелая часть трубки с колпачками и диафрагмами служит для снижения ударного действия продуктов детонации одного из отрезков детонирующего шнура реле на замедляющий состав. Замедляющий состав массой 0,25—0,45 г состоит из окиси меди и алюминиевой пудры. Время замедления зависит от высоты столбика замедляющего состава и его плотности. При необходимости создать большие интервалы времени замедлений, чем имеются в реле, во взрывной сети устанавливают последовательно два-три реле и более требуемого замедления. Например., если нужно создать время замедления в магистрали 70 мс, то устанавливают последовательно два пиротехнических реле с замедлением по 35 мс.

Пиротехническое реле КЗДШ-69 выпускают со ступенями замедления 10; 20; 35; 50; 100; 125; 150; 175 и 200 мс.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛ. V

Какие ВВ относятся к инициирующим?
2. Чем отличаются первичные ВВ от вторичных?
3. Какое назначение КД?
4. Какие бывают ЭД, как они устроены и какое их назначение?
5. Какое назначение огнепроводного шнура?
6. Чем можно зажигать огнепроводный шнур?
7. Что такое детонирующий шнур и какое его назначение?
8 Что такое пиротехническое реле и какое его назначение?
9. Какое обращение должно быть с КД, ЭД и детонирующим шнуром?

ГЛАВА VI

СПОСОБЫ ВЗРЫВАНИЯ ЗАРЯДОВ ВВ И РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНЫХ СЕТЕЙ

Под взрыванием зарядов понимают совокупность приемов и технических средств взрывания, обеспечивающих инициирование зарядов ВВ в необходимой последовательности и в заданный промежуток времени. От применяемого способа взрывания зарядов ВВ в определенной степени зависят эффективность и безопасность взрывных работ.

Взрывание зарядов можно производить по одному или группами мгновенно и с замедлением, огневым или электрическим способом. Групповое мгновенное взрывание выполняют при помощи ЭД мгновенного действия или детонирующего шнура, групповое взрывание с замедлением — при помощи ЭД короткозамедленного действия, а также при помощи детонирующего шнура и пиротехнических реле (замедлителей).

§ 36. Огневой и электроогневой способы взрывания

Огневой способ взрывания в силу известных недостатков в последнее время все меньше применяют в угольных шахтах, не опасных по газу и пыли, на рудниках и на открытых работах. В качестве средств огневого взрывания применяют КД, огнепроводный шнур и средства его зажигания. Огневой способ взрывания имеет некоторые достоинства: он прост в исполнении, не требует сложных расчетов, позволяет взрывать заряды в желаемой последовательности по одному. Недостатки огневого способа взрывания: большая опасность для исполнителя работ, который, зажигая шнуры, находится непосредственно у зарядов; невозможность проверки качества подготовки взрыва; при необходимости нельзя одновременно (мгновенно) взорвать несколько зарядов; ограниченность числа одновременно зажигаемых шнуров без зажигательных патронов; образование значительного количества ядовитой окиси углерода при горении шнурового пороха и частично оплетки шнура; невозможность его применения в обводненных условиях и ряд других.

Для выполнения огневого способа взрывания изготавливают зажигательные и контрольные трубки. Зажигательная трубка представляет собой КД, соединенный с отрезком огнепроводного шнура (рис. 14). Длина отрезков шнура для изготовления зажигатель-

tgbix трубок зависит иг глубины шпуров, места расположения патрона-боевика в заряде и общего времени, необходимого для зажигания разрешенного числа шпуров, и для удаления мастера-взрывника в безопасное место после зажигания. Конец огнепроводлого шнура должен выходить из шпура не менее чем на 25 см, чтобы его было удобно зажечь. При ведении взрывных работ в подземных условиях длина зажигательной трубки должна быть не менее 1 м н для взрывания в одном забое должна быть строго одинаковой. Резать шнур на отрезки можно острым ножом или специальным приспособлением. От каждого конца круга шнура отрезают по 5 см, так как в концах черный порох мог увлажниться или частично высыпаться. Перед применением огнепроводный шнур необходимо тщательно осматривать: участки его с утолщениями или утонениями, нарушениями целости оболочки, следами подмочки следует вырезать (о наличии таких дефектов необходимо составлять рекламационный акт в установленном порядке и направлять заводу-изт готовителю). Конец шнура, предназначенный для введения в КД, следует отрезать перпендикулярно к оси шнура, а другой конец для большего обнажения пороховой сердцевины необходимо отрезать косым срезом, но лучше это делать непосредственно перед зажиганием концов, так как свежий срез надежнее обеспечивает зажигание.

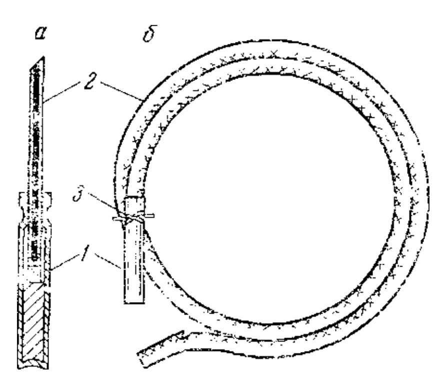


Рис. 14. Зажигательная трубка:
а — разрез; б — общий вид; 1 — капсюли* детонаторы; 2 — огнепроводный шнур; 3 — шпагат

Зажигательные трубки изготовляют в отдельном помещении на поверхности или в отдельной камере подземных складов ВМ. Запрещается изготовлять их в камерах и помещениях для хранения и выдачи ВМ и в неприспособленных помещениях, а также на местах производства взрывных работ. Зажигательные трубки изготовляют на столе, имеющем бортики и обитом войлоком или резиной толщиной не менее 3 мм. На столе при этом должно находиться не более 100 капсюлей, в случае необходимости изготовления большего количества готовые зажигательные трубки уносят из помещения или камеры, и лишь после этого можно принести следующую коробку КД.

Внутреннюю поверхность каждого КД перед введением в него конца огнепроводного шнура необходимо тщательно осмотреть. Обнаруженные соринки удаляют только путем осторожного постукивания дульцем капсюля о ноготь пальца. Запрещается извлекать из гильзы соринки какими-либо предметами, а также удалять их выдуванием. Огнепроводный шнур вводят концом с прямым срезом

в дульце капсюля легким движением до соприкосновения с чашечкой без вращения шнура или капсюля, так как это может вызвать его взрыв. Вставленный шнур надежно закрепляют в капсюле-детонаторе. В металлических гильзах огнепроводный шнур закрепляют равномерным плотным обжатием верхней части гильзы вокруг шнура при помощи специальных обжимок (рис. 15). Зажигательные трубки одинаковой длины сворачивают в круги, удобные для укладки в сумки и переноски от склада до места производства взрывных работ.

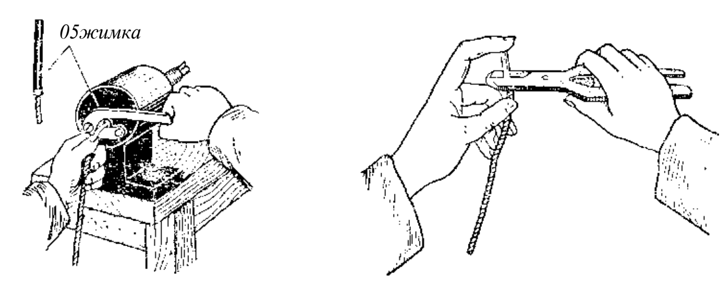


Рис. 15. Приспособления для обжимки металлических КД и ОШ.

Длина отрезков шнура зажигательных трубок, предназначенных для зажигания при помощи зажигательных патронов, должна быть такой, чтобы концы шнуров, выходящие из шпуров, можно было собрать в группу в необходимой последовательности и связать. Если предполагается заряжать обводненные шпуры, места соединения КД с огнепроводным шнуром изолируют сверху специальной мастикой или липкой изоляционной лентой.

Огневое и электроогневое взрывание зарядов запрещается во всех опасных по газу или пыли угольных и других шахтах, а также в угольных шахтах, не опасных по газу или пыли. Кроме того, огневое взрывание запрещается в вертикальных и наклонных выработках с углом падения выше 30°, а также в тех случаях, когда своевременный отход мастера-взрывника на безопасное расстояние или в укрытие невозможен или затруднителен.

§ 37. Электрический способ взрывания и источники тока

Электрический способ взрывания является обязательным при производстве взрывных работ в шахтах, опасных по газу или пыли, а также во всех случаях, когда своевременный отход мастеров-взрывников на безопасное расстояние или в укрытие при огневом взрывании невозможен или очень затруднителен. При электрическом способе взрывания используют ЭД, источники тока, провода, измерительные и контрольные приборы.

Преимуществами электрического взрывания перед огневым являются значительно большая безопасность, поскольку для взрыва ток включают с безопасного для взрывника расстояния, возможность одновременного взрывания больших групп ЭД (зарядов), возможность проверки сопротивления электродетонаторов и исправности электровзрывной сети перед взрыванием, возможность выполнения взрыва зарядов в строго определенное время, меньшее выделение ядовитых газов.

Недостатком электрического взрывания является относительная сложность выполнения работ, связанных с подготовкой электровзрывных сетей, соединением проводов и изоляцией сростков, а также с проверкой ЭД и электровзрывной сети.

Источники тока при электровзрывании. В качестве источников электрического тока для взрывания ЭД разрешается применять взрывные приборы, а также силовую или осветительную электросеть и передвижные электрические станции. Осветительная сеть должна иметь напряжение 127 или 220 В, а силовая — 380 В. При взрывании в шахтах, опасных по газу или пыли, в качестве источника тока разрешается применять только исправные (проверенные) конденсаторные взрывные приборы, допущенные Госгортехнадзором СССР. Во всех взрывных приборах предусмотрено устройство, при помощи которого напряжение подается в электровзрывную сеть па время не более 4 мс, а затем подача напряжения автоматически прекращается. Это устройство исключает возможность образования искр, если взрывная сеть будет находиться под напряжением при ее обрыве взрывом. В настоящее время для производства взрывных работ в шахтах, опасных по газу или пыли, допущены следующие взрывные приборы: КВП-1/100м, ВМК-1/100, ПИВ-ЮОм и ИБП-1/12.

Взрывной конденсаторный прибор КВП-1/100м (рис. 16) предназначен для взрывания до 100 последовательно соединенных ЭД с нихромовым мостиком накаливания при общем сопротивлении взрывной сети до 380 Ом. Напряжение, стабилизируемое на конденсаторе-накопителе при напряжении источника питания 3,6 В. — не менее 600 В, а при напряжении питания 4,8 В — не менее 620 В. Источником питания прибора КВП-1/100м служит батарея из трех сухих элементов типа «Сатурн». Время зарядки конденсатора-накопителя в приборе 8—10 с. При полной его зарядке загорается неоновая лампочка, сигнализирующая о готовности прибора к производству взрыва. При повороте ключа в положение «Взрыв» под влиянием пружины разомкнутся контакты питания, Затем замкнутся контакты, подключающие на 2—4 мс конденсатор-накопитель ко взрывной цепи. При этом происходит взрыв электродетонаторов, после чего замкнутся контакты на разрядное сопротивление и с конденсатора-накопителя будет снят остаточный заряд. Емкость конденсатора-накопителя 10 мкф. После производства взрыва ключ из прибора вынимают, и гнездо для ключа закрывается заглушкой. Масса прибора КВП-1/100м около 2 кг.

Взрывной конденсаторный прибор ПИВ-100м (рис. 17) с испытателем взрывной сети предназначен для взрывания до 100 последовательно соединенных ЭД с нихромовым мостиком накаливания при общем сопротивлении взрывной сети до 320 Ом. Взрывную и измерительную схемы питают отдельные источники тока, вмонтированные в один пластмассовый взрывобезопасный корпус. Источник питания взрывной схемы состоит из трех

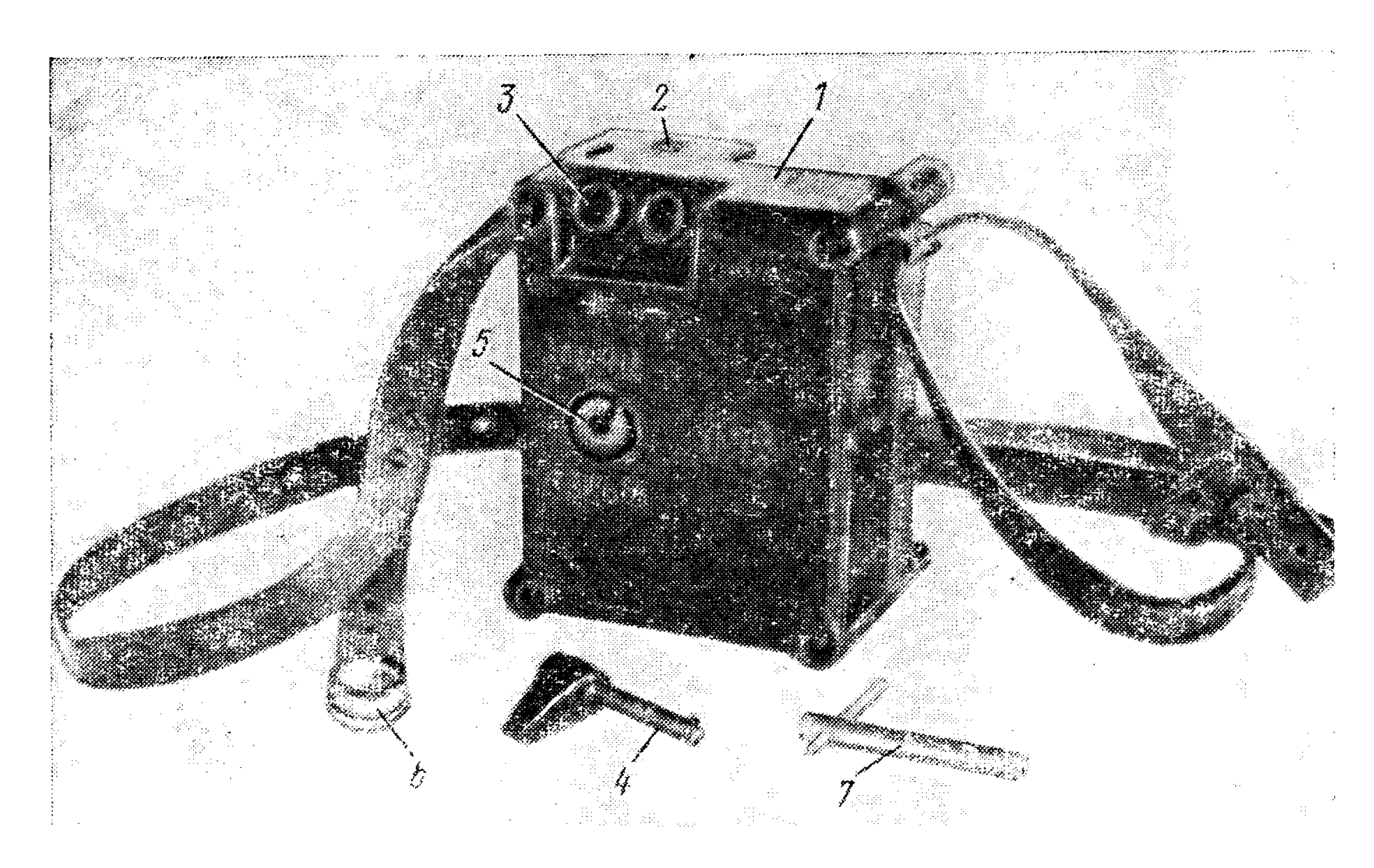


Рис. 16. Конденсаторный взрывной прибор КВП-1/100м:

1 — пластмассовый корпус; *2* — окно лампочки светосигнального устройства; 3 — линейные зажимы; 4 — съемный взрывной ключ; *5* — гнездо взрывного ключа; *6* — заглушка гнезда; 7 — ключ для вскрытия прибора

элементов типа «Сатурн». Число циклов срабатывания взрывной схемы без смены источников питания не менее 2500. Время зарядки конденсатора-накопителя не более 15 с.

Источник питания измерительной схемы прибора состоит из элемента РЦ-75 (ОР-3) или РЦ-85 (ОР-4), который обеспечивает работу измерительной схемы без замены в течение двух лет. Ток короткого замыкания измерительной схемы прибора на линейных зажимах не превышает 50 мА. Однако продолжительность проверки взрывной сети должна быть не более 5 с. При этом проверку необходимо проводить из укрытия, находящегося па безопасном расстоянии от места взрывания. Измерительную схему во время проверки взрывной сети включают специальным рычагом. Запрещается, во избежание случайного взрыва, вставлять взрывной ключ в гнездо *заряд — взрыв* при измерении сопротивления взрывной сети. Для

змерения сопротивления взрывной сети необходимо повернуть рычаг по часовой стрелке до упора в положение *ИВЦ,* стрелка прибора покажет сопротивление взрывной сети в омах, затем необходимо повернуть рычаг в исходное положение. Измерительный прибор имеет одну шкалу от 0 до 400 Ом. Цена одного деления 20 Ом, поэтому прибор не предназначен для проверки сопротивления отдельных ЭД.

Для производства взрыва поеле проверки сопротивления взрывной сети необходимо, не отключая взрывную сеть от клемм прибора, вставить взрывной ключ в гнездо *заряд — взрыв,* повернуть его против часовой стрелки до упора в положение *заряд* и ждать, пока конденсатор зарядится и неоновая лампочка начнет давать вспышки. После этого повернуть ключ по часовой стрелке в положение *взрыв,* затем вынуть ключ и ввернуть заглушку в гнездо для ключа, отсоединив концы магистральных проводов от контактов прибора и замкнув их накоротко. Масса прибора 2,7 кг.

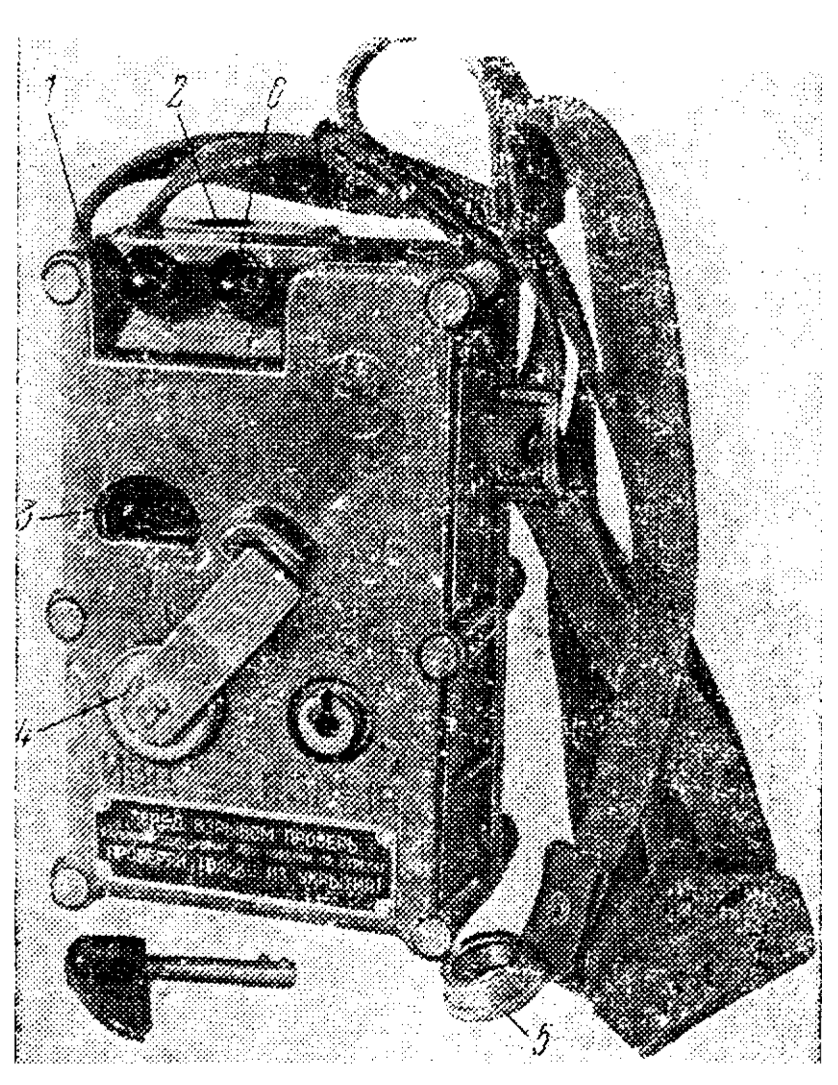


Рис. 17. Конденсаторный взрывной прибор ПИВ-100м:

1 — пластмассовый корпус; *2* — окно лампочки светосигнального устройства; *3* — окно омметра; *4* — рычаг переключателя измерительной цепи; *5* — заглушка, закрывающая гнездо взрывного ключа (ключ на рисунке не показан), о — линейные зажимы

Конденсаторная взрывная машинка ВМК-1/100 предназначена для взрывания до 100 последовательно соединенных ЭД с нихромовым мостиком накаливания при общем сопротивлении взрывной сети до 320 Ом. Время зарядки конденсатора-накопителя емкостью 8 мкФ при вращении индуктора со скоростью 4 об/с должно быть 8—10 с. При вращении Ручки индуктора в нем возникает ЭДС, заряжающая через селеновые выпрямители конденсатор-накопитель. При достижении напряжения на конденсаторе-накопителе 590—620 В неоновая лампочка начинает давать вспышки, что показывает готовность машинки к производству взрыва. Далее поворотом ключа в положение *взрыв* разъединяют цепь индуктор — конденсатор, посылают ток во взрывную сеть длительностью 2—4 мс, после чего конденсатор-накопитель замыкается на рязрядное сопротивление и с него снимется остаточный заряд. Масса взрывной машинки 2,4 кг. В настоящее время взрывная машинка ВМК-1/100 не выпускается, но их применяют на шахтах. Поэтому приведено ее краткое описание.

Высокочастотный взрывной прибор ИВП-1/12 (рис. 18) предназначен для взрывания в шахтах, опасных по метану или пыли. Необходимость в высокочастотных приборах возникла в связи с тем, что при помощи существующих ЭД и взрывных приборов обеспечить опережающее отключение источника тока от взрывной сети не всегда удается, поскольку при больших токах время срабатывания ЭД очень мало. При этом не исключается также появление искр в плохих контактах и при случайных обрьь вах проводов взрывной сети во время подачи импульса тока.

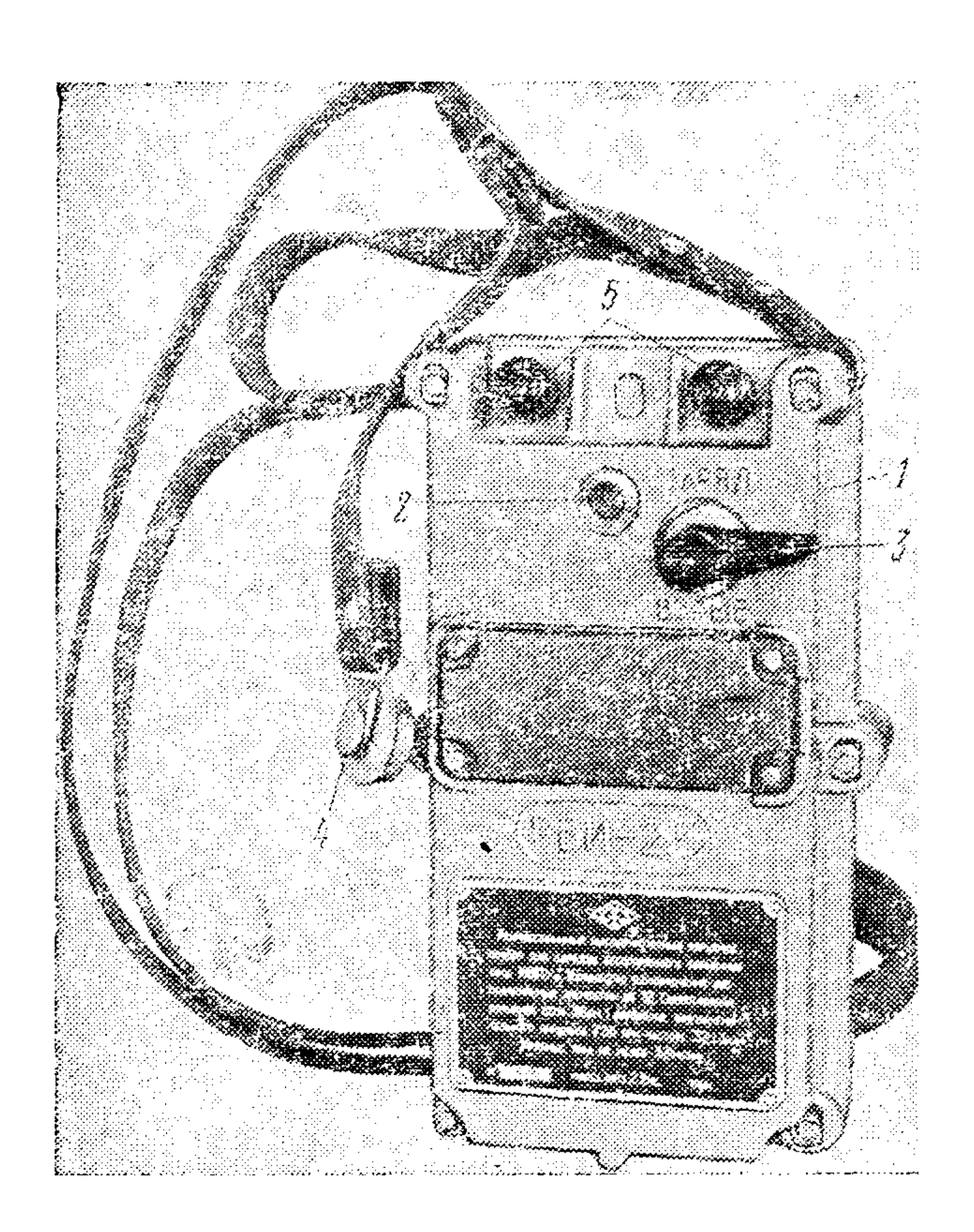


Рис. 18. Конденсаторный взоывной прибор ИВП-1/12:[1]

/ — пластмассовый корпус; *2* — гнездо лампочки светосигнального устройства; 3 — съемный взрывной ключ; *4* — заглушка гнезда взрывного ключа; *5* — линейные зажимы

Искробезопасность при использовании прибора ИВП-1/12 обеспечена тем, что искры, возникающие во взрывной сети высокой частоты, при соответствующих условиях в меньшей степени способны воспламенять метано-воздушную сеть, чем искры, появляющиеся во взрывной сети при использовании постоянного или переменного тока низкой частоты. Для электрического взрывания оптимальной является частота, лежащая в пределах от 14 до 25 кгц. При такой частоте искры, возникшие при разрыве цепи, по которой проходит ток до 2,5 А, не вызывают воспламенения взрывоопасной метано-воздушной смеси.

Основные параметры прибора ИВП-1/12 следующие: напряжение воспламенительного импульса — до 73 В$_9$ максимальное сопротивление взрывной цепи — 36 Ом, масса прибора — 2,2 кг. Длительность воспламенительного импульса — 3,5 мс. Коммутацию тока осуществляют переключателем с помощью специального ключа. Источник питания — элемент типа 1 КС-У-3 или «Марс 373». Продолжительность приведения прибора в состоянии готовности — не более 18 с. О готовности прибора к работе сигнализирует неоновая лампочка.

В высокочастотных взрывных приборах ток высокой частоты получают путем преобразования постоянного тока конденсатора при помощи электронной лампы. Применение такой лампы позволяет ограничить величину тока, посылаемого взрывным прибором в сеть, и не допустить, чтобы он превышал величину 2,5А.

§ 38. Приборы для проверки электродетонаторов и электровзрывных сетей

Сопротивление электродетонаторов, целость или сопротивление электровзрывной сети проверяют приборами, допущенными для этой цели Госгортехнадзором СССР и дающими в электровзрывную сеть ток не белее 50 мА. Эти приборы необходимо проверять в сроки, установленные техническим паспортом, но не реже одного раза в квартал и после каждой замены батареи или другого источника питания прибора.

Приборы для проверки электродетонаторов. Измерительный мост Р-353, выпускаемый взамен моста Р-343, предназначен для измерения электрического сопротивления ЭД и взрывных сетей. Он имеет два предела измерений: от 0,2 до 50 Ом и от 20 до 5000 Ом. Рабочей частью шкалы являются области от 0,3 до 30 Ом и от 30 до 3000 Ом. Погрешность мостика в рабочих частях шкалы не превышает 5% величины измеряемого сопротивления. Мостик (рис. 19) смонтирован в металлическом водонепроницаемом корпусе. Его размеры 165Х Х 140х75 мм, масса 1,5 кг. Источником тока служит сухой гальванический элемент МЦ-4К и последовательно включенный с ним резистор сопротивления 300 Ом.

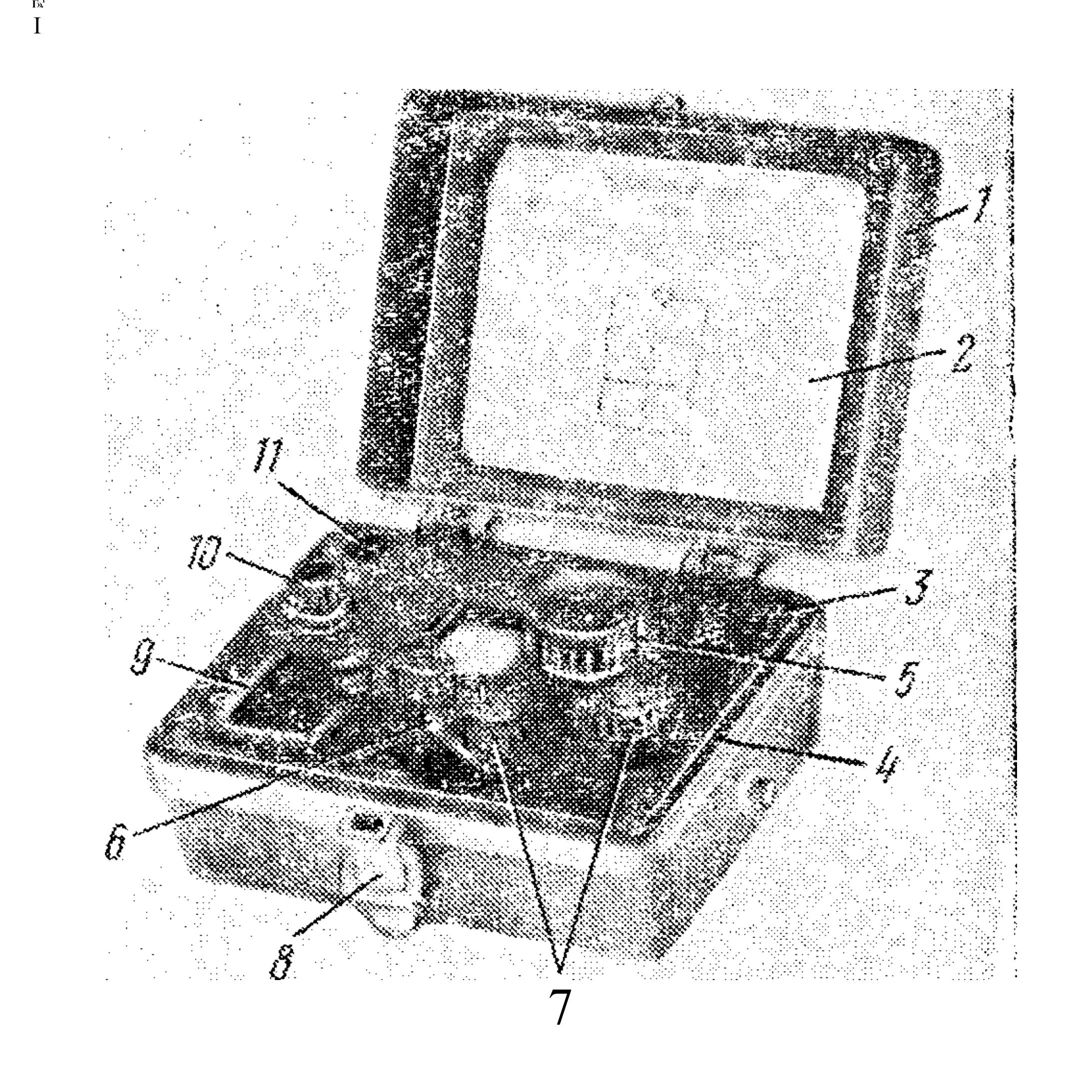


Рис. 19. Измерительный мост Р-353:

/ — металлический корпус; 2 — инструкция; 3 — винты для крепления панели; 4 — панель; 5 — ру* коятка для вращения шкал (для уравновешивания моста); 6 — перемычка для переключения пределов измерения; 7 — зажимы для присоединения объекта измерения; 8 — замок; 9 — крышка каме* ры источника тока; 10 — корректор гальванометра; 11 — кнопка для включения источника тока

Перед изменением сопротивления мостик устанавливают горизонтально, открывают крышку и поворотом рукоятки ползуна освобождают стрелку гальванометра. Если стрелка не становится на нУль, то поворотом головки корректора стрелку гальванометра приводят на нулевое деление шкалы. К зажимам подсоединяют объект измерения. Если его сопротивление меньше 30 Ом, устанавливают перемычку. Затем при нажатой кнопке медленно поворачивают рукоятку шкал ползуна, пока стрелка гальванометра не придет на нулевую отметку. Величину измеренного сопротивления

отсчитывают по внешней шкале лимба против нулевой отметки гальванометра. При измерении сопротивлений свыше 30 Ом перемычку отсоединяют. После уравновешивания моста величину измеряемого сопротивления отсчитывают по внутренней шкале лимба. После проверки сопротивления ЭД концы его выводных проводов необходимо замкнуть накоротко. Сопротивление сети в угольных шахтах мостиком практически не проверяют.

О м м е т р - к л а с с и ф и к а т о р ОКЭД-1 (рис. 20) для проверки сопротивления ЭД выпускают в рудничном искробезопасном исполнении. Его используют в подземных складах ВМ, на шахтах, опасных по метану или пыли. Омметр работает от четырех герметизированных аккумуляторов Д-02, со* единенных по два последовательно и между собой параллельно. Масса омметра 2 кг.

Для проверки сопротивления ЭД необходимо: установить стрелку индикатора корректором на 0, при сопротивлении ЭД до 3 Ом переключатель повернуть в сторону цифры 1, а при сопротивлении более 3 Ом — на цифру 2. При сопротивлении ЭД от 0,7 до 1,7 Ом отсчет брать по верхней шкале, при сопротивлении ЭД от 2 до *4,2* Ом — по средней шкале, при сопротивлении более 4,2 Ом—по нижней шкале.

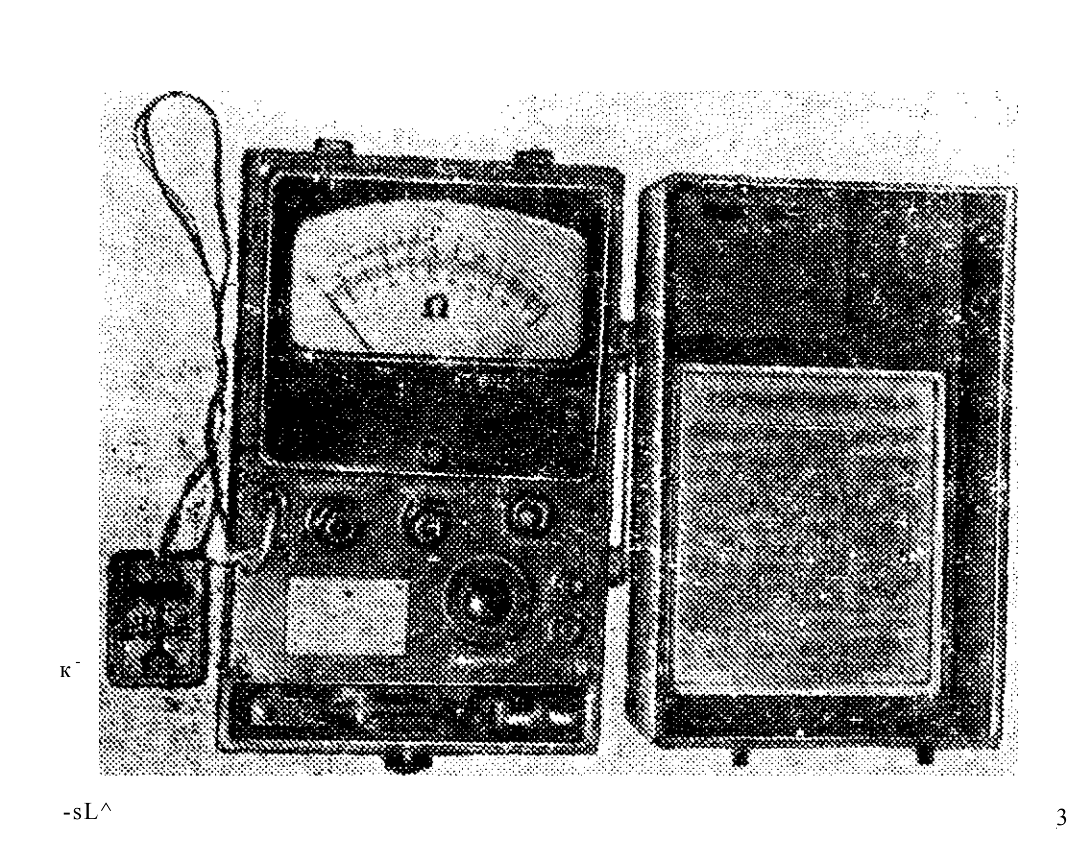


Рис. 20. Омметр-классификатор ОКЭД-1.

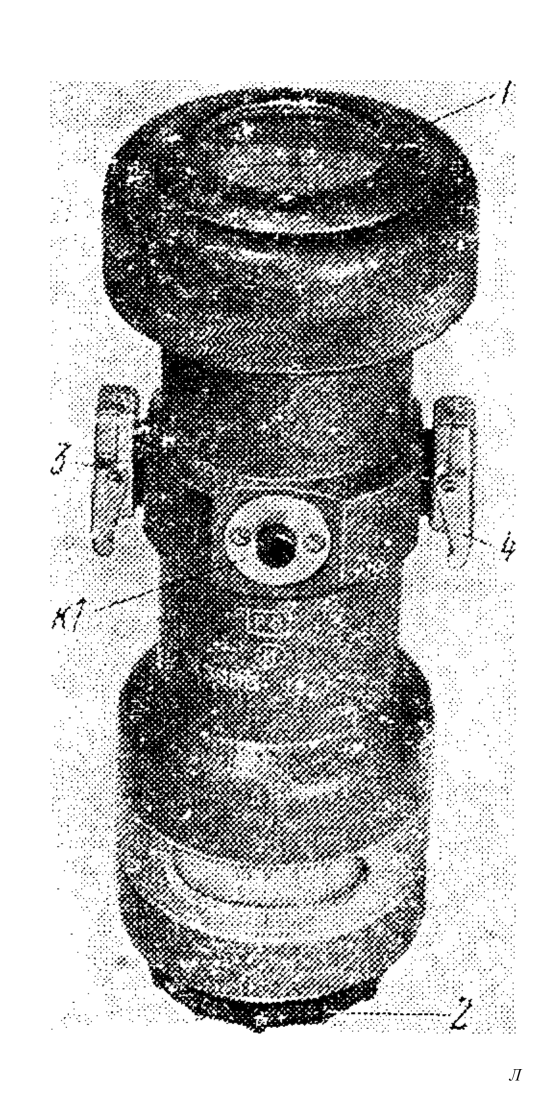


Рис. 21. Омметр взрывных цепей ОВЦ-2.

Перед работой необходимо уравновесить мост, для чего необходимо подключить к клеммам измерения калибровочное сопротивление 0 Ом при работе на пределе 1; 3 Ом при работе на преде-

- **ле 2.** Нажав кнопку *измерение,* при помощи потенциометра *калиб-.ровка* совместить стрелку индикатора с красной калибровочной отметкой. После этого прибор готов к работе. Оголенные концы проводов ЭД подсоединяют к зажимам, затем необходимо нажать кнопку *измерение* и на соответствующей шкале прибора взять отсчет сопротивления. Прибор заряжают в течение 20 ч от сети 220 В. Зарядка аккумуляторов прибора в шахте категорически запрещается.

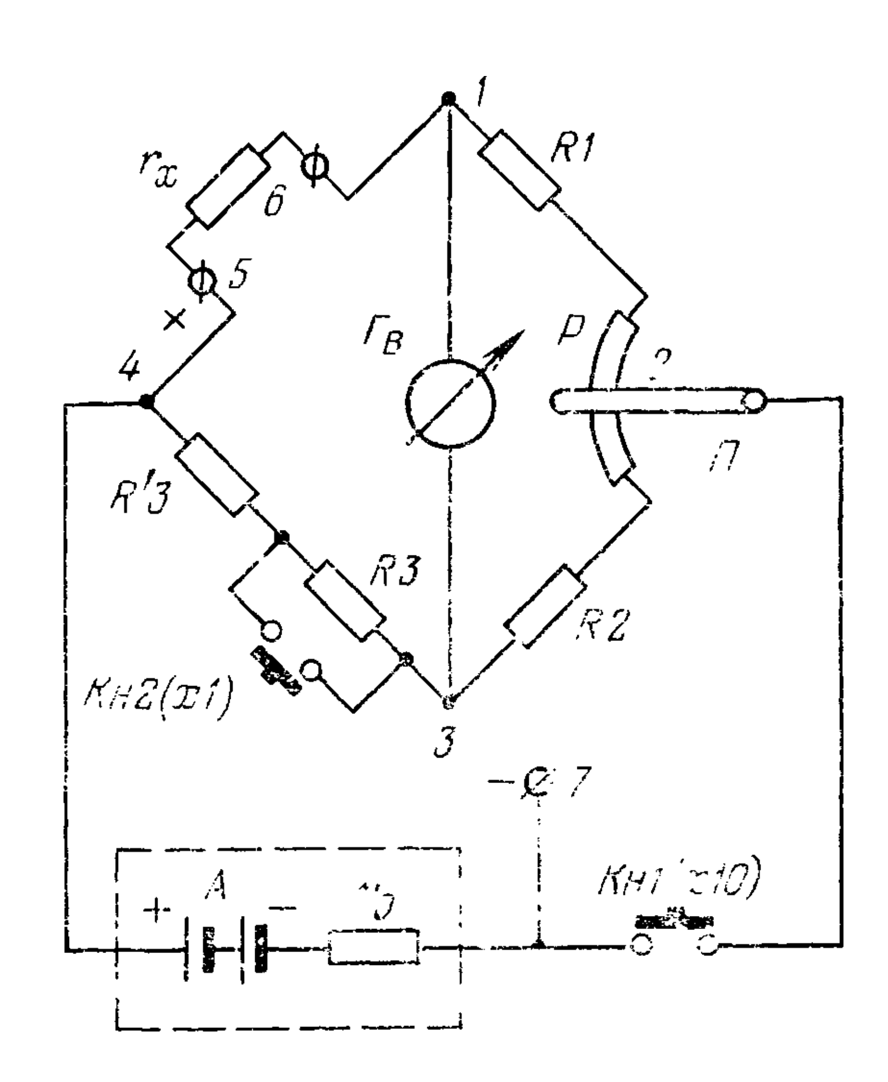


Рис. 22. Электрическая схема омметра ОВЦ-2.

Приборы для проверки электровзрывных сетей. Омметр взрывных цепей ОВЦ-2 (рис. 21) является измерительным мостом постоянного тока. Источником питания служит батарея, подающая напряжение 2,5 В. Ток, протекающий через измеряемое сопротивление, не может превышать 40 мА (миллиампер). Она состоит из двух малогабаритных аккумуляторов емкостью 0,2 А-ч. Индикатором равновесия 1 служит малогабаритный стрелочный прибор. ОВЦ-2 имеет две кнопки **и** три клеммы. Одна кнопка К\ служит для подключения батареи, другая K_2 — Для включения сопротивления $г_3$ (рис. 22). Клеммы 3 и *4* (см. рис. 21) предназначены для присоединения измеряемого сопротивления, а клемма *6* — для зарядки батареи. Диаметр прибора 52 мм, высота 155 мм, масса 425 г. Индикатор равновесия 1 находится в верхнем торце прибора. В нижней части прибора имеются лимб *2* со шкалой от *1* до 50 Ом и контрольная риска. Лимб связан с передвижным контактом реохорда и с кольцом. При поворачивании последнего лимб и контакт перемещаются. Клеммы *3* и *4* представляют собой зажимы-захваты. Чтобы проверить, требует ли батарея подзарядки, к зажимам прибора подключают сопротивление 30 Ом, которое входит в комплект прибора; начало шкалы лимба подводят к контрольной риске и нажимают кнопку К\. Если при этом стрелка индикатора равновесия не дойдет до красной черты, аккумулятор нужно заряжать. Зарядку его производят от сети переменного тока через специальный выпрямитель, который входит в комплект поставки прибора ОВЦ-2. При этом провода от выпрямителя присоединяют к зажиму *4* и к клемме *6.* Продолжительность заряжания 20 ч. Ее Достаточно для выполнения двухсот измерений.

Для измерения сопротивления в пределах от 1 до 50 Ом к зажи-

мам *3* и *4* подключают измеряемое сопротивление, нажимают кнопки К1 и Л'г, поворачивая кольцо, устанавливают стрелку на нуль, Величину измеряемого сопротивления отсчитывают непосредственно по шкале лимба против контрольной риски. При измерении сопротивления в пределах от 10 до 500 Ом нажимают кнопку К\ и, поворачивая кольцо, приводят стрелку индикатора к нулевому делению. Затем на шкале лимба отсчитывают число против контрольной риски и умножают его на десять.

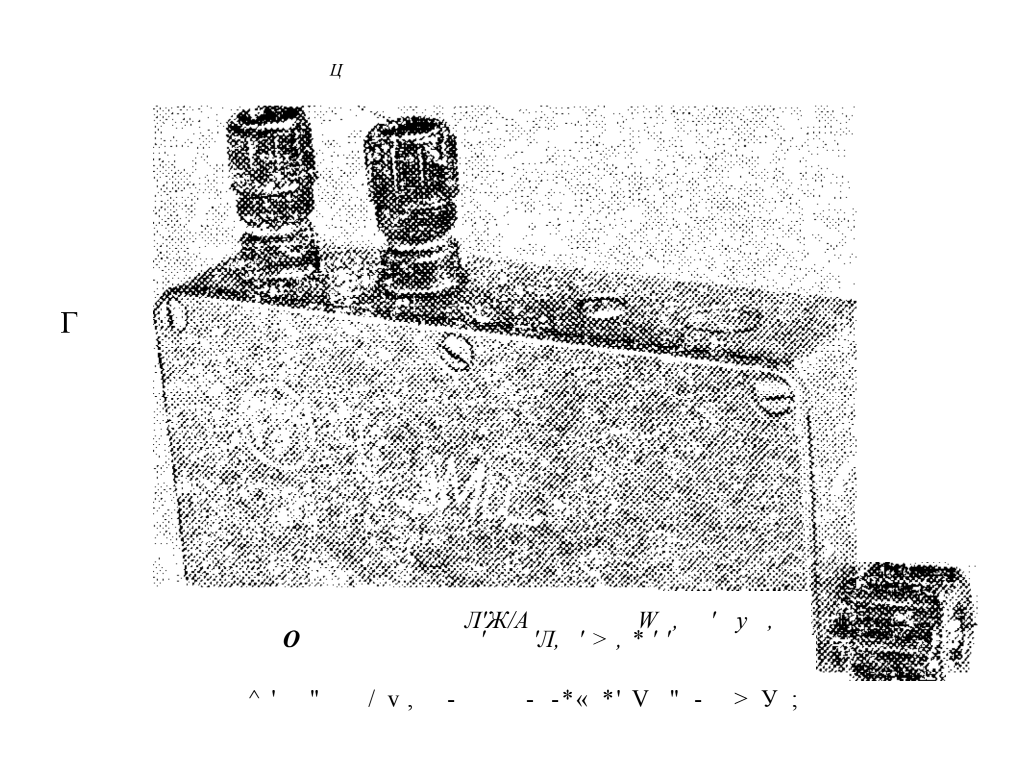


Рис. 23. Взрывной испытатель ВИО-3.

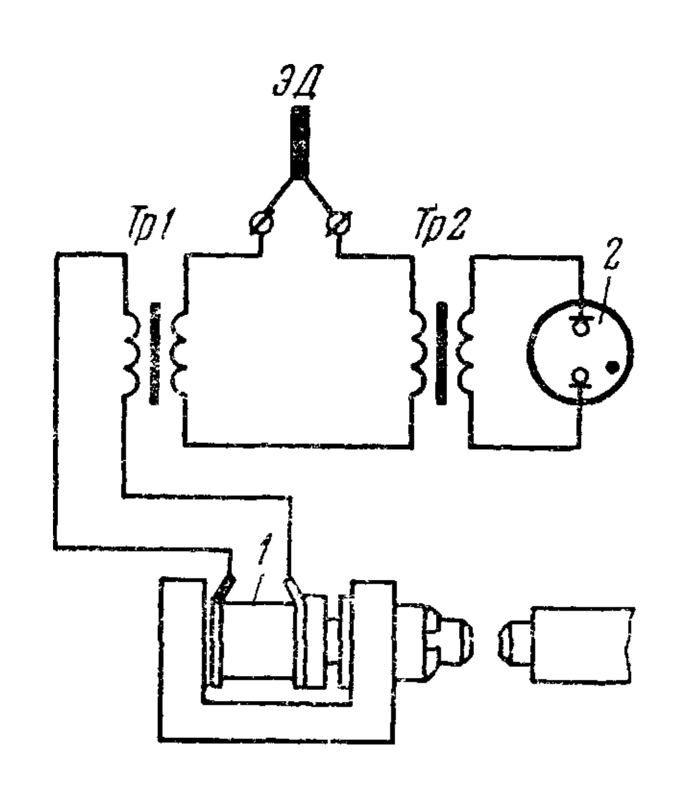


Рис. **24.** Электрическая схема ВИО-3.

П ь е з о э л е к т р и ч е с к и й в з р ы в н о й и с п ы т а т е л ь ВИО-3 (разработан М. И. Озерным) предназначен для проверки на токопроводимость электродетонаторов, а также проводов взрывной сети при условии, что сопротивление всей сети не превышает 100 Ом. Прибор представляет собой пьезоэлектрический индикатор, указывающий целостность всей сети вспышкой неоновой лампочки. Испытатель ВИО-3 (рис. 23 и 24) состоит из пьезоэлемента, дающего при ударе по нему ЭДС около 100 В, трансформаторов *Тр1* и *Тр2* и малогабаритной неоновой лампочки *2* с потенциалом зажига пия 65 В.

Недостатком испытателя является то, что при коротком замыкании маги стральиых проводов или группы злектродетонаторов он показывает проводимость, тогда как при включении взрывного прибора электродетонаторы не взорвутся. Этим прибором нельзя также проверить токопроводимость сети при сопротивлении ее более 150 Ом. К достоинствам испытателя ВИО-3 можно отнести полную безопасность в отношении взрыва ЭД и метано-воздушных смесей.

Прибор ПКВИ-3м для контроля взрывных приборов. Согласно § 155 Единых правил безопасности, взрывные приборы перед вы-

чей мастеру-взрывнику необходимо проверять на развиваемый ** ток и импульс тока, а также на длительность импульса напряжения Для указанной проверки применяют прибор ПКБИ-Лм (рис. 25, а), позволяющий производить контроль взрывных приборов без их разборки.

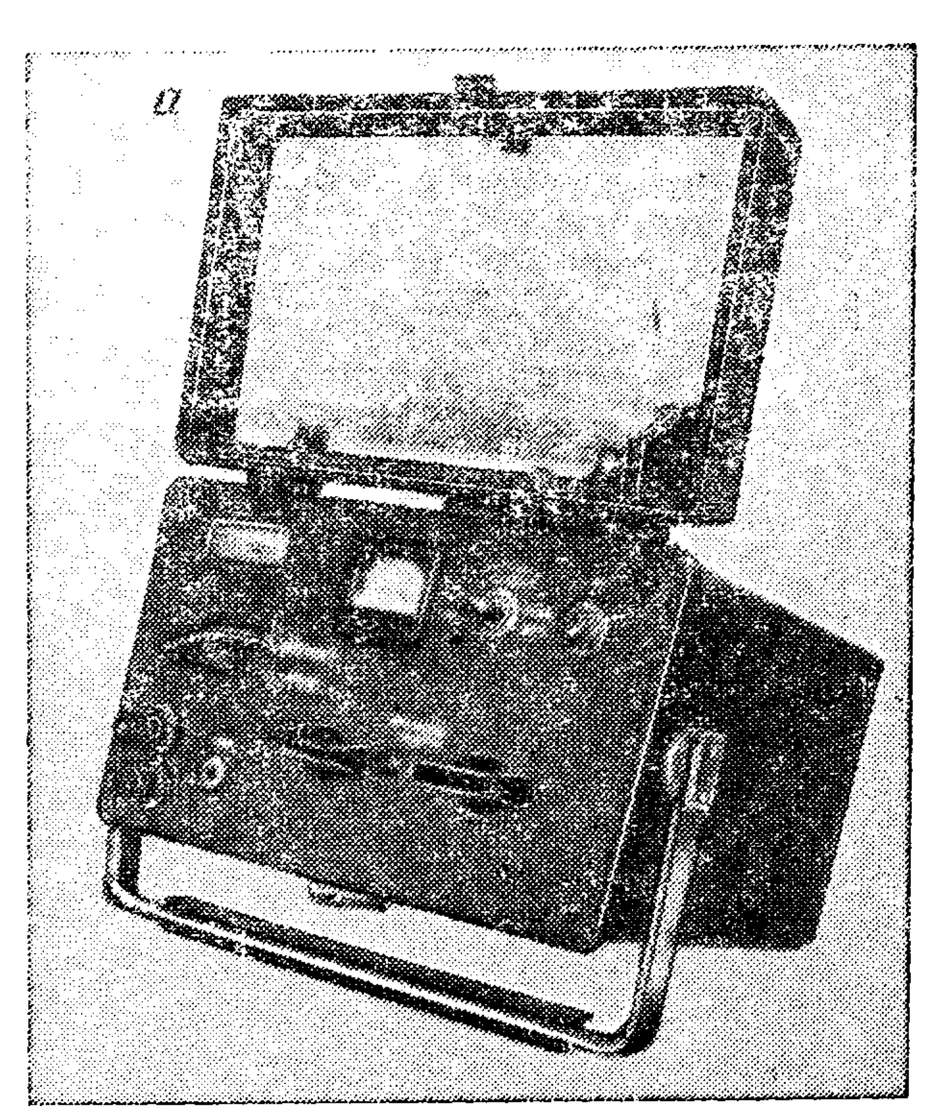
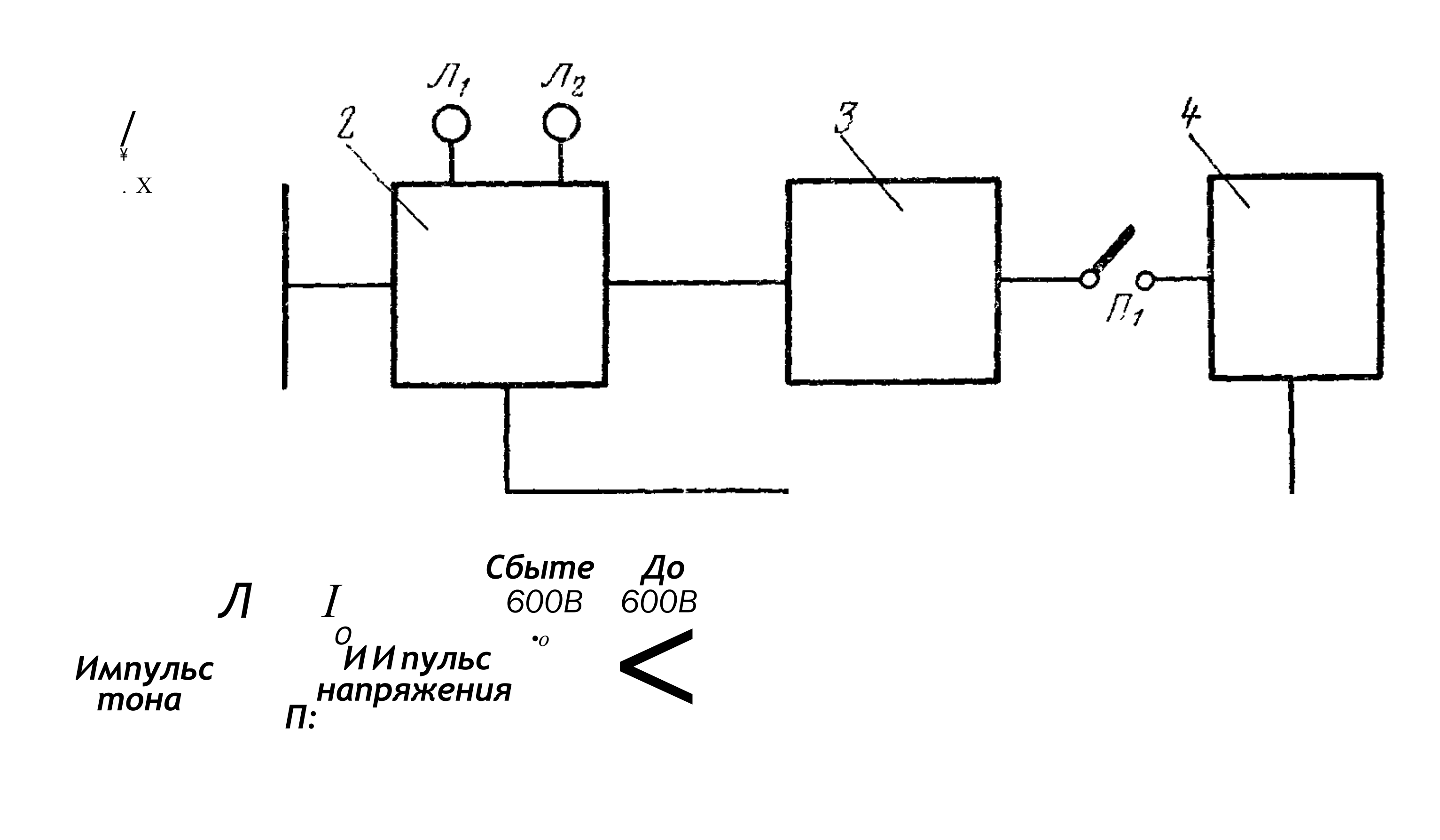


Рис. 25. Прибор ПКВИ-Зм:

а — общий вид; б — структурно-электрическая схема; 1 — нагрузочное сопротивление; 2 — сравнивающее устройство; 3 — генератор; 4 — источник питания



и .

L - 0 0"

Длительность импульса напряжения контролируют устройством, воздающим задержку, соответствующую необходимой длительности импульса проверяемого взрывного прибора и сравнивающего эту задержку с длительностью импульса проверяемого прибора. При

длительности контролируемого импульса, большем времени задержки, сравнивающее устройство (рис. 25, б) выдает импульс на индикатор, а при длительности импульса, меньшем времени задержки, импульс на индикатор не выдается.

Энергию импульса, развиваемого взрывным прибором, проверяют специальной схемой, которая при соответствии ее заданной выдает импульс на схему контроля тока. Ток, вырабатываемый взрывным прибором, контролируют специальной схемой, выдающей импульс на индикатор в том случае, если взрывной прибор развивает ток выше или равный гарантийному.

Прибор состоит из собранной на тиристорах, тиратронах и стабилитронах схемы контроля длительности импульса напряжения, импульса тока, тока в конце импульса и источника питания, из двух последовательно соединенных сухих элементов типа (1,6ФМЦ-У-3,2) «Сатурн» или «Марс-373», преобразователь на транзисторе МП-40 и стабилизатор на опорных диодах Д-817. При установке переключателя $П_х$ в положение *включено* стрелка микроамперметра — индикатора готовности прибора отклоняется.

В положении / переключателя $П_г$ проверяют взрывной прибор на длительность импульса. При этом переключатель $Я_2$ должен быть установлен в одно из двух положений в зависимости от величины напряжения, развиваемого взрывным прибором. При установке переключателя его в одно из положений проверяется импульс от взрывного прибора и, если через 4 мс на зажимах проверяемого взрывного прибора есть еще напряжение, загорается тиратрон Ль что свидетельствует о длительности импульса напряжения проверяемого прибора выше допустимой (4 мс). Если длительность импульса проверяемого взрывного прибора превышает 4 мс, загорится только тиратрон

В положении *II* переключателя $П_г$ *(Импульс*) при помощи переключателей грубой и точной настройки блока нагрузочных сопротивлений устанавливается сопротивление нагрузки, на которое рассчитан взрывной прибор. Если импульс тока менее 3 $А^2$-мс/Ом или в момент достижения такого импульса тока в нагрузочном сопротивлении ток окажется меньше гарантийного (1 А), тиратрон Л1 не загорится и проверяемый прибор считается неисправным.

Величина отклонений показаний прибора от значения, на которое настроен прибор при токах 1—3 А (токи, вырабатываемые взрывным прибором при максимальном расчетном сопротивлении взрывной цепи), — не более 0,06 $А^2$-мс. Это соответствует погрешности до ±5%. Ток и длительность импульса контролируется с погрешностью, не превышающей ±5%.

§ 39. Провода для электровзрывания

Для передачи электрического тока от взрывного прибора к взрываемым ЭД в шахтах, опасных по метану или по взрыву угольной пыли, разрешается применять только медные провода

'''г полихлорвиниловой или полиэтиленовой изоляцией. Изоляция «поводов предотвращает утечку тока и устраняет возможность копотких замыканий. В зависимости от назначения применяемые при электровзрывании провода подразделяют на выводные, соединительные и магистральные.

Выводные провода имеют изолированную медную жилу диаметром 0,5 мм и сечением 0,196 мм^2. Сопротивление 1 м такого провода при температуре 20 °С равно 0,09 Ом. Длина выводных проводов может быть в пределах от 2 до 4 м.

Соединительные провода применяют для соединения ЭД **или** групп ЭД между собой в том случае, если длина выводных проводов недостаточна. При небольших расстояниях между ЭД в качестве соединительных проводов можно применять выводные провода с хорошей изоляцией, а при больших расстояниях (более 10 м) — медные изолированные провода с диаметром жилы .0,6 мм и сечением 0,283 мм^2. Сопротивление 1 м такого провода **при** температуре 20 °С равно 0,065 Ом.

Магистральные провода прокладывают от взрываемых ЭД до безопасного места, откуда производят включение. В настоя**щее** время на угольных шахтах применяют медные провода марки МВМ с полихлорвиниловой изоляцией и марки ВМП с полиэтиленовой изоляцией (ГОСТ 6285—65). Диаметр медной жилы магистрального провода равен 0,8 мм, сечение — 0,5 мм^2. Сопротивле**ние 1** м такого провода равно 0,0366 Ом. В качестве магистральных проводов можно также применять провода с диаметром медной , жилы 0,977 мм, сечением 0,75 мм^2. Сопротивление 1 м такого провода равно *0,0245* Ом. Длина магистральных проводов должна быть равной расстоянию до укрытия мастера-взрывника в безопасное место на время взрывания **и** во всех случаях она должна быть не менее 75 м при ведении взрывных работ в подготовительных забоях и не менее 50 м — в лавах.

В тех случаях, когда Единые правила безопасности требуют производить взрывание с расстояния 600 м и более, в качестве магистральных проводов могут быть использованы специальные кабе**ли.** Такие провода (кабели) не убирают после каждого взрывания, они служат в качестве постоянных магистральных проводов. При этом для безопасности работ постоянные магистральные провода не должны быть подведены к взрываемым ЭД ближе 75 м. Поэтому на каждое взрывание от взрываемых зарядов до постоянных магистральных проводов необходимо прокладывать обычные магистральные провода.

Сопротивление соединительных и магистральных проводов с большим сечением жилы можно определить по формуле

^20 = 4 ® $\frac{-}{ж}$. Ом, (3)

Где $\#_{20}$ — сопротивление провода при температуре 20 °С, Ом; Р — сопротивление провода длиной 1 м, сечением 1 мм^2 (удельное

сопротивление). При температуре +20°С для медного провода р = 0,0184, алюминиевого р = 0,0276, стального р = 0,1324; $/_{пр}$ — длина провода или кабеля, м; $5_{,к}$ — площадь поперечного сечения про вода или жилы кабеля, мм^2.

С повышением температуры сопротивление провода возрастает. Сопротивление провода при температуре *t°C* можно определить пс формуле

Я<=Я$_2$оП+«(*° —20)], Ом, (4)

где а — температурный коэффициент, который равен изменению сопротивления при нагревании проводника на 1°С, деленному на первоначальное сопротивление (приближенно для меди и алюминия а = 0,004, для стали а = 0,006); *t°* — температура воздуха во время определения сопротивления провода (кабеля), °С.

Пользуясь формулой (3), можно определить длину провода, смотанного в бухту или на «рогатку» у мастера-взрывника, не разматывая его. Для этого прибором нужно измерить его сопротивление. Например, имеется бухта магистрального медного провода сечением 0,5 мм. Сопротивление всего провода в бухте, измеренное мостиком, равно i?2o = 6 Ом. Из формулы (3) находим длину провода

/ 6-0,5 1АО ,,
ПР ~ — Q-QjgJ- lt>3 М.

Если сопротивление провода было измерено при температуре 40°С, то длину провода нужно определять с учетом температурного коэффициента. Прежде всего определим удельное сопротивление медного провода при температуре 40 °С:

$P4_0$ = Рго 11 + ^{к} V^0 — 20)] = 0,0184 [1 + 0,004 (40—20)] = 0,01987.

Из вышеприведенного примера определим длину провода при температуре 40 °С по формуле (3)

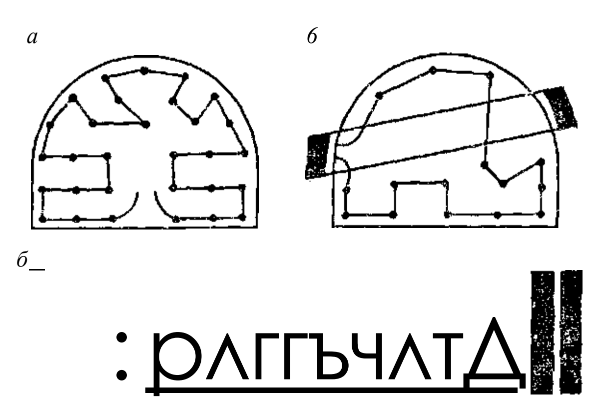
/ Кго^ж 6-0,5
пр *Ко* "одш - 1 о 0 , 5 м -

§ 40. Способы соединения электродетонаторов и расчеты электровзрывных сетей

При взрывании электродетонаторов взрывными приборами их соединение должно быть только последовательное. При этом концы выводных проводов, выходящие из соседних шпуров, соединяют между собой непосредственно или при помощи соединительных проводов.

При последовательном соединении (рис. 26) сопротивление или исправность взрывной сети проверяют допущенными для этой цели приборами.

При обрушении кровли на мощных пластах для перебивания деревянных стоек взрывают заряды угленита 5. При этом одновременно взрывают 300—800 ЭД и более. Поскольку взрывобезопасных взрывных приборов для такого числа ЭД в настоящее время нет, то используют обычные взрывные приборы (КВП-1/100м или ПИВ-ЮОм). В данном случае применяют последовательно-параллельное соединение, т. е. в группах ЭД соединяют последовательно, а группы к магистральным проводам — параллельно. При этом необходимо соблюдать следующие условия: число групп должно



б_

: РЛГГЪЧЛТД

Рис. 26. Примерные схемы последовательно соединенных ЭД:
а — в породном забое; б — в смешанном забое; *в* — в забое *ЛиВЫ*

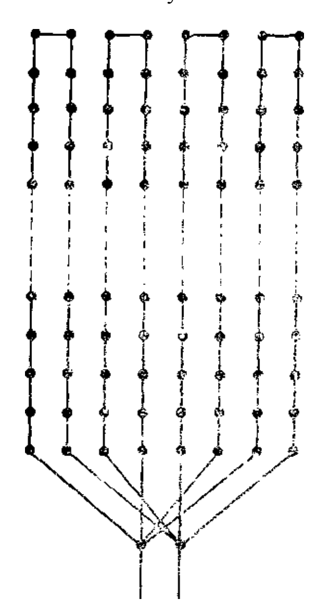
быть не более четырех, общее сопротивление взрывной сети не должно превышать: 320 Ом — при одной группе последовательно соединенных ЭД, 106 Ом — при двух группах и 80 Ом — при четырех группах. Сопротивление каждой группы с последовательным соединением ЭД не должно превышать 320 Ом. Разность сопротивления отдельных групп не должна превышать 10% среднего значения сопротивления групп.

Если для раскрепления выработанного пространства взрывают более 300 ЭД, выработанное пространство, подлежащее обрушению, делят па обособленные блоки и каждый блок взрывают отдельно. Последовательность обрушения кровли в блоках устанавливает главный инженер шахты или шахтоуправления с учетом обеспечения безопасности взрывных работ. Приведенная на рис. 27 схема последовательно-параллельного соединения ЭД состоит из четырех последовательных групп по 75 электродетонаторов, подсоединенных параллельно к магистральным проводам.

Взрывание от силовых и осветительных сетей может применяться на шахтах, не опасных по взрыву метана или угольной пыли. "т силовых или осветительных сетей можно взрывать большое

число ЭД, соединенных между собой последовательно, параллельно или по смешанной схеме. По соображениям безопасности при электровзрывании используют электрические сети низкого напряжения: постоянного тока напряжением 110 или 220 В, однофазного переменного тока напряжением 127, 220 или 380 В.

При проходке вертикальных стволов шахт разрешается применять силовую линию напряжением 380 В, а в опасных по метану забоях — взрывные приборы КВП-1/100м и ПИВ-ЮОм. При взрывании от силовой сети соединение ЭД может быть последовательное (рис. *28, а),* последовательно-параллельное (рис. 28,6), параллельно-ступенчатое (рис. 28, в) и параллельно-последовательное (рис. 28,г). Практически при взрывании для проходки вертикальных стволов шахт применяют параллельное соединение ЭД, при котором в забое ствола •после заряжения всех шпуров на деревянных кольях закрепляют две линии антенных неизолированных проводов. К антенным проводам подсоединяют концы выводных проводов: один конец к одной линии антенного провода, а другой конец — к другой. В качестве антенных проводов можно применять медные неизолированные провода сечением 4—6 мм². Сопротивление 1 м такого провода равно соответственно 0,0046—0,003 Ом. Применяют также алюминиевые неизолированные провода сечением 6—10 мм². Сопротивление 1 м такого провода равно соответственно 0,0046—0,00276 Ом. Длина антенных проводов в зависимости от диаметра ствола шахты находится в пределах 20—30 м. Для соединения антенных проводов с кабелем при взрывании применяют магистральные провода, в качестве которых применяют медные многожильные изолированные провода с сечением жил 10—16 мм². Сопротивление 1 м такого провода равно соответственно 0,00184—0,00115 Ом. Обшее сечение жил алюминиевых изолированных проводов должно быть 6—20 мм², сопротивление 1 м таких проводов равно соответственно 0, 00172—0,00138 Ом. Длина магистральных проводов в одну линию составляет 25—35 м. На практике зачастую взрывной кабель опускают близко к антенным проводам и небольшими концами магистральных проводов соединяют его с антенным проводом.



Рис, 27. Последовательно-параллельное соединение ЭД.

Для подачи тока от рубильника или пускателя до магистральных проводов при глубине ствола шахты до 500 м применяют гибкий кабель ГРШ с сечением токоведущих медных жил 16 мм'²; при

- лубине~ствола от 500 до 1000 м — *кабель* ГРШ с сечением токове-«уших медных жил 25 мм^2, при глубине *ствола* более 1000 м с сечением токоведущих медных жил 35 мм^2.

В каждый ЭД должен поступать гарантийный ток силой не менее 1 А при одновременном взрывании до 100 электродетонаторов, яе менее !,3 А при *одновременном* взрывании 100—300 ЭД, соединенных последовательно, и 1,5 А при большем числе одновременно

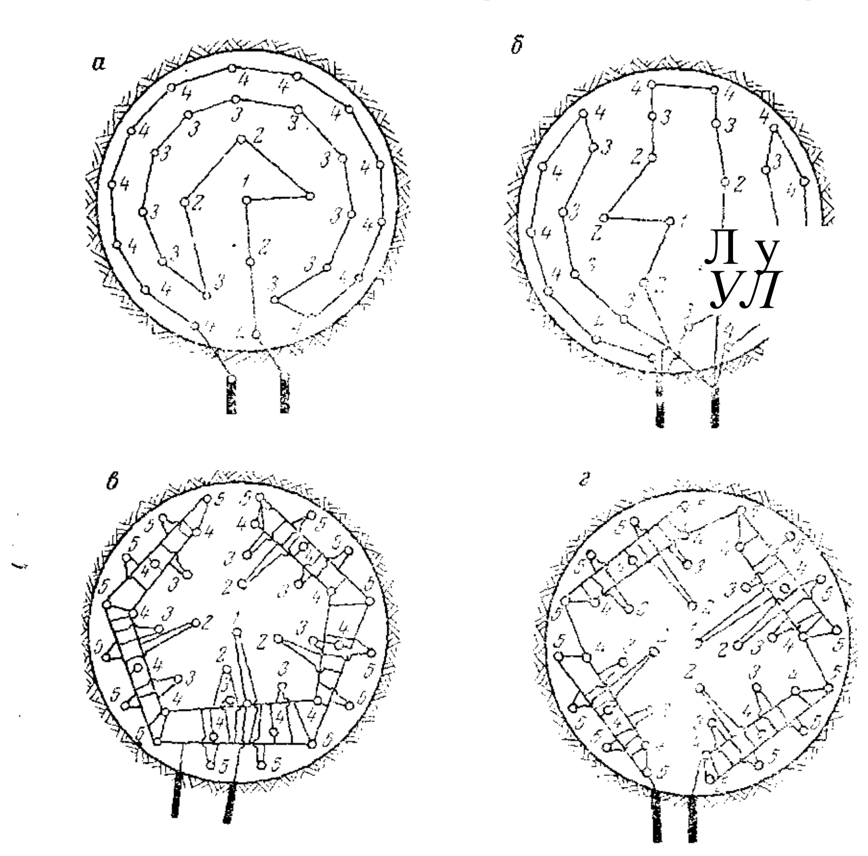


Рис. 28. Соединение ЭД при взрывании в забоях вертикальных стволов шахт.

врываемых последовательно соединенных ЭД. При взрывании переменным током гарантийная величина тока должна быть не менее 2,5 А. При расчете взрывных сетей необходимо исходить из фактического сопротивления электродетонаторов или же принимать среднее сопротивление, указанное на этикетках коробок. ЭД с нихромовыщ мостиком накаливания диаметром 30 мкм и медными выводными проводами с эластичным креплением мостика *имеют* со-

противление 2—4,2 Ом, с жестким креплением мостика — 1,6-, 3,6 Ом. Необходимую величину тока при различных схемах соеди. нения ЭД можно определять по формулам:
при последовательном соединении

/=—~j- A; , , i = l, A; (5)
rn + R

при последовательно-параллельном соединении

U , A; i = A; (6)
m

при параллельном соединении

u , A; i = l/—, A;
- F + *

при параллельно-последовательном соединении

u /

где / — величина тока, А; U — напряжение источника тока, B\ г — сопротивление электродетонатора, Ом; п — число ЭД, соединенных в последовательную группу; т — число групп последовательно соединенных ЭД в сети; R — сопротивление проводов, Ом (соединительных, антенных, магистральных и взрывного кабеля): i — величина тока, проходящего через каждый ЭД, А. Примеры расчета взрывных сетей.

Пример 1. Можно ли взорвать 75 соединенных параллельно ЭД в забое вертикального ствола шахты от силовой линии переменного тока напряжением 380 В. если среднее сопротивление г одного ЭД равно 3,6 Ом, длина кабеля а один конец 1500 м с токоведущей медной жилой сечением 35 мм², длина магистральных проводов в один конец 40 м с токоведущей медной жилой сечением 16 мм², длина антенных алюминиевых проводов в один конец 25 м с сечекием жилы 10 мм². Гарантийная сила тока на каждый электродетонатор 2,5 А.

Решение. 1, Сопротивление кабеля по формуле (3)

$$R_K = \frac{0,0184 \cdot 1500 \cdot 2}{} = 1,58 \text{ Ом.}$$

2, Сопротивление магистральных проводов но формуле (3)

$$R_A = \frac{0,0184 \cdot 40 \cdot 2}{jg} = 0,092 \text{ Ом.}$$

3. Сопротивление антенных проводов по формуле (3)

$$\frac{0,0276 \cdot 25 \cdot 2}{10} = 0,138 \text{ Ом.}$$

4 Общее сопротивление кабеля, магистральных и антенных проводов

$$Яобщ = Кк + Ям + R_a = 1,58 + 0,092 + 0,138 - 1,81 \text{ Ом.}$$

5 Величина тока, поступающего во взрывную сеть, по **формуле** (7)

$$I = \frac{U}{" Г + К} = -5,8 \frac{380}{"75" + 1,81} = 205,4 \text{ А.}$$

б. При параллельном соединении ток, поступающий в каждый ЭД,

$$\frac{/}{п} \quad \frac{205,4}{75} : 2,739 \text{ А,}$$

где 75 — число ЭД, включенных в сеть.

Найденная величина тока превышает гарантийчую (t==2,5), следовательно, обеспечивается безотказное взрывание 75 электродетонаторов, соединенны» параллельно.

При исходных расчетных данных, приведенных в примере 1, число эД, которые можно взорвать от сети переменного тока напряжением 380 В, при параллельном их соединении можно определить по формуле

$$U — iR$$

Подставив данные из примера 1, получим

$$\frac{380 — 2,5 \cdot 1,81}{2,5 \cdot 1,81} :83.$$

Пример 2. Можно ли взорвать 100 соединенных параллельно ЭД от сети постоянного тока напряжением 220 В. если сопротивление одного ЭД 3.2 Ом, гарантийная сила тока 1 А, длина кабеля, магистральных и антенных проводов, их сечение и сопротивление такие же, что и в примере 1.

Решение !. Величина тока, поступающего во взрывную сеть, по формуле (7)

$$/ = \frac{U}{+ R} = -д\sim2 \frac{220}{81} = 119,4 \text{ А.}$$

2. Величина тока, поступающего в каждый ЭД, будет составлять

$$I = \frac{/}{\sim7Г} = \frac{119,4}{\sim ТШР} = 1{,}194 \text{ А.}$$

Найденная величина тока больше гарантийной (1 А), следовательно, обеспечивается безотказность взрывания 100 ЭД, соединенных параллельно.

Пример 3. Определить, какое число ЭД можно взорвать при последовательном соединении от сети постоянного тока напряжением 220 В, при среднем сопротивлении ЭД 3,5 Ом, длине магистральных проводов в один конец 100 и с сечением медной жилы 0,5 $мм^2$ и гарантийной силе тока I А.

Решение 1. Сопротивление магистральных проводов

$$= \frac{p/_м}{} = \frac{0,0184 \cdot 100 \cdot 2}{оТ§} = 7,36 \text{ Ом.}$$

2, По формуле (9) находим величину п

$$П = \frac{U — iR_4}{ir} = \frac{220 \cdot 1 \cdot 7,36}{1 \cdot 3,5} = 61 .$$

При последовательно-параллельном соединении ЭД число групп, которые можно включить во взрывную сеть,

$$« = \frac{U}{W} \qquad (10)$$

а число ЭД, соединенных последовательно в каждой группе.

$$n = \frac{U}{Y_t У} \text{ штук'}$$

Пример 4. Требуется определить число групп и электродетонаторов в группу при напряжении постоянного тока 220 В, сопротивлении всех проводов 4 Ом, сопротивлении ЗД 3 Ом, гарантийной силе тока 1 А.

Решение 1. Возможное число групп по формуле (10)

$$m \sim \frac{220}{2 \cdot 1 \cdot 4} \text{"} 27,5 \text{ (принимаем 27 групп).}$$

2. Возможное число ЭД в каждой группе по формуле (11)

$$ti \sim \cdot \frac{220}{н \mid о} = 36,6 \text{ (принимаем 36).}$$

Таким образом, в электровзрывную последовательно-параллельную сеть можно соединить 972 ЭД, разделив их на 27 групп по 36 ЭД в каждой.

При напряжении переменного тока 380 В в тех же условиях, что и в примере 4, число групп

$$т == \frac{380}{2 \cdot 2,5 \cdot 4} \sim \frac{380}{20} \sim !9,$$

а число ЭД в группе

$$2"iR \qquad \frac{380}{2 \cdot 2,5 \cdot 3} \cdot £4\ 25.$$

Таким образом, при последовательно-параллельном соединении и напряжении переменного тока 380 В можно взорвать 475 ЭД, соединенных в !9 групп по 25 ЭД в каждой.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛ. VI

1. Какие существуют способы взрывания зарядов?
2. Что представляют собою огневой и электроогневой способы взрывания и где их применяют?
3. Что представляет собою электрический способ взрывания?
4. Какие применяются источники тока прн электровзрывании?
5. Какими приборами проверяют сопротивление ЭД на расходных складах?
6. Какие приборы применяют для проверки электровзрызных сетей?
7. Как проверяют взрывные приборы?
8. Какие провода применяют при электровзрывакии в угольных шахтах?
9. Как следует соединить электродетонаторы при взрывании от взрывных приборов?
10. Какие соединения ЭД следует применять при взрывании от силовых и осветительных линий?
11. Какая сила тока требуется для взрывания от постоянного и переменного тока?

ГЛАВА VII

УПАКОВКА, ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И УЧЕТ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

§ 41. Упаковка взрывчатых веществ

При взрывных работах в угольных шахтах разрешается применять только патронированные ВВ. В соответствии с ГОСТами и техническими условиями ВВ выпускают в патронах массой 150±7 г, 200±10 г, 250+12 г и 300±15 г. Предохранительные ВВ выпускаются в патронах диаметром 36—37 мм.

Диаметр патронов непредохранительных ВВ должен быть для детонитов не менее 23—24 мм и для остальных ВВ — не менее 31—32 мм. При проведении вертикальных стволов используют патроны диаметром 45 мм. Длина патронов в зависимости от диаметра, массы и плотности ВВ приведена в табл. 8.

ВВ патронируют в бумажные гильзы в 2—2,5 слоя бумаги. Детониты патронируют только в подпергаментную бумагу. Масса бумажной гильзы на 100 г ВВ при диаметре патрона 31—32 мм — не более 2 г, при диаметре патронов 36—37 мм — не более 3 г, для патронов детоиита — не более 2,5 г. Патроны ВВ покрывают сплошным тонким слоем влагоизолирующей смеси парафина с 20—30% петролатума. Масса влагоизолирующего покрытия на патроне — не более 2,5 г *и не менее* 1,3 г на 100 г ВВ.

Чтобы упростить различие разных групп ВВ, патроны помещают **в** оболочки разной окраски: предохранительные ВВ, допущенные Для взрывания по углю и породе, — желтые; предохранительные ВВ, допущенные для взрывания только по породе, — синие; непредохранительные ВВ, допущенные для взрывания в забоях и шахтах, не опасных по *метану или пыли,* — красные;

непредохранительные ВВ, допущенные для взрывания только на открытых работах, — белые.

При патронировании ВВ в гильзы из бумаги цвета естественного волокна на верхнем слое бумажной гильзы нанесена полоса установленного для данного ВВ цвета. На оболочке каждого патрона нанесены несмываемой краской индекс завода-изготовителя, наименование или марка ВВ, номер партии, месяц, год изготовления и масса патрона.

Патроны ВВ уложены в пачки, которые заклеивают или перевязывают крест-накрест шпагатом. Число патронов в одной пачке в зависимости от их массы должно быть:

Таблица g

ВВ	Плотность ВВ в патроне, г/см3	Диаметр патрона, мм	Масса патрона, г	Длина патрона, еч
Аммониты: ПВЖ-20, Т-19, АП-5ЖВ	1,1—1,2	36—37	200 250 300	18—16 22—20 26—24
Победит ВП-4, углеиты: Э-6, № 5	1,1—1,3	36—37	200 250 300	18—15 22—19 26—22
Аммонит № 6ЖВ, диафталит водоустойчивый	1,1—1,2	36—37	200 250 300	18—16 22—30 26—24
	1,1—1,2	•31—32	200 250 300	23—27 29—27 35—32
Аммонал водоустойчивый, скальный аммонал № 3	0,95—1,1	36—37	200 250 300	20—18 25—22 30—26
	0.95—1,1	31—32	200 250 300	27—23 34—29 40—35
Догонит ЮА и детонит М	1,1—1,3	36—37	200 250 300	18—15 22—19 26—22
	1.1-1,3	31—32	200 250 300	23—20 29—25 35—30
Скальный аммонит № 1 (прессованный)	1,43—1,56 1,43—1,56	36—37 44—45	250 400	17—16 18—17

Масса патрона	200	250	300
Число патронов в пачке	10; 15	8; 10; 12	10
Масса ВВ в пачке, кг .	2,3	2; 2,5; 3	3

Партии скального прессованного аммонита $N°$ 1 комплектуют в соотношении 1 : 2,5, т. е. на десять пачек патронов без гнезд приходится четыре пачки патронов с гнездами для изготовления патронов-боевиков. Патронированные аммиачно-селитренные ВВ выпускают партиями не менее 2,5 и не более 25 т, непатроиированные ВВ — не менее 4 и не более 40 т.

На обертку бумажной пачки несмывающейся краской нанесены индекс завода-изготовителя, наименование ВВ и отличительная цветная полоса установленного для данного ВВ цвета. Все пачки докрывают влагоизолирующим составом из парафина и 20—30% петролатума, а затем помещают в мешок из полиэтиленовой пленки толщиной 100—150 мкм. Швы и горловина полиэтиленовых мешков должны быть герметичными. Полиэтиленовый мешок с пачками ВВ уложен в деревянный ящик. Масса ВВ в ящике — **30** кг при массе патронов 200—250 г и 33 кг — при массе патронов **300** г. Ящики с ВВ поступают с завода-изготовителя запломбированными.

В течение гарантийного срока использования, но не ранее трех месяцев, допускается увеличение влажности ВВ, предназначенных для взрывных работ в подземных условиях, до 0,5% для аммиачно-селитренных ВВ и до 0,75% для ВВ, содержащих нитроэфиры (победиты, детониты, углениты и др.). Гарантийный срок использования со времени их изготовления для предохранительных ВВ — не менее 6 месяцев, для непредохранительных ВВ — не менее 12 месяцев.

§ 42. Упаковка средств взрывания

КД уложены в картонные коробки вертикально по 100 шт. Коробки укладывают в картонные футляры по 5 шт., которые, в свою очередь, по 10 шт. укладывают в металлические оцинкованные короба с крышками пенального типа. Металлические короба помещают в деревянный ящик. На крышках картонных футляров, металлических коробов и на стенках ящиков нанесены надписи или наклеены этикетки с указанием данных и обозначений, предусмотренных ГОСТом. КД выпускают партиями до 50 000 шт. Гарантийный срок использования для КД установлен два года, а для КД типа № 8А — десять лет.

ЭД мгновенного действия в зависимости от длины проводов и их изоляции по 40—70 шт. укладывают в картонные коробки, которые, в свою очередь, уложены в металлические короба. Металлические короба укладывают в деревянные ящики. Гарантийный срок хранения ЭД мгновенного действия — 1,5 года.

ЭД короткозамедленного и замедленного действия по 30—80 шт. Уложены в картонные коробки. На крышке коробки наклеена этикетка с указанием индекса завода-изготовителя, типа ЭД, сопротивления в омах, марки и длины проводов, интервалов времени замедления, числа ЭД в коробке, номера партии, даты изготовления, номера ГОСТа или ТУ и условия применения (в сухих или обводненных забоях, совместно с какими ЭД). Коробки уложены плотно в Металлические оцинкованные короба, которые помещены в деревянные ящики. В одном ящике помещается от 1080 до 1200 ЭД. Га-

рантийный срок использования для ЭД короткозамедленнбго денег, вия — 1,5 года.

Детонирующий шнур свертывают в бухты по 50 или 100 м. Бухты шнура марки ДШ-А уложены по 10 или 20 шт. в деревянные ящики, а бухты шнура марок ДШ-Б и ДШ-В — в металлические банки, которые закрыты герметично и уложены в деревянные ящнкн. Гарантийный срок использования при нормальных складских условиях хранения: два года для ДШ-А, пять лет для ДШ-Б в герметической упаковке и десять лет для ДШ-В, три года для ДШ обоих типов в негерметичной упаковке.

Огнепроводный шнур отрезками по 10 м свернут в бухты (круги) разных диаметров с таким расчетом, чтобы их можно было вложить одну в другую. Бухты по 25 шт. уложены в пачки, которые в два ряда, один над другим, помещены в деревянный ящик. Гарантийный срок использования при нормальных условиях хранения составляет пять лет для шнуров ОШ-ДА, ОШ-П и один год — для шнура ОШ-А. В каждый ящик вложена инструкция по хранению и использованию огнепроводного шнура.

Все ящики с ВВ и СВ должны быть запломбированы. На каждом ящике несмывающейся краской нанесена надпись или наклеена этикетка с указанием необходимых данных, предусмотренных ГОСТом или ТУ. Например, на ящике ВВ указывают: индекс завода-изготовителя, условное название ВВ, номер партии, номер ящика, месяц и год изготовления ВВ; масса нетто (кг), масса брутто (кг), железнодорожный знак: не грузить с ЭД, цветная полоса положенного цвета, номер ГОСТа на ВВ.

§ 43. Склады для хранения взрывчатых материалов

Условия хранения ВМ должны обеспечивать предотвращение их порчи, самовзрывания, хищения и в то же время способствовать удобному и безопасному выполнению операций по приему и выдаче ВМ. Для хранения ВМ строят специальные склады по типовым или индивидуальным проектам, удовлетворяющие требованиям Единых правил безопасности (см. приложение 5).

Под термином склад ВВ понимают одно или несколько хранилищ ВМ с подсобными сооружениями, расположенными на общей огражденной территории, а для подземных складов — камеры и ячейки для хранения ВМ и вспомогательные камеры с подводящими к складу выработками. Склады для хранения ВМ разделяют на поверхностные, полууглубленные, углубленные и подземные. К *поверхностным* относят склады, основания хранилищ которых расположены на уровне поверхности земли; к *полууглубленным* — такие склады, здания хранилищ которых углублены в землю не более чем по карниз здания; к *углубленным* — когда толщина грунта над хранилищем составляет менее 15 м; к

^одземным-когда толщина грунта над хранилищем превышает 15 м.

В зависимости от срока службы склады разделяют на постоянные — со сроком службы более трех лет, временные — со сроком службы до трех лет и кратковременные — со сроком службы до одного года, считая эти сроки с момента завоза в них gM. Склады, предназначенные для хранения ВМ, разделяют на базисные и расходные. Базисные склады служат исключительно для снабжения ВМ расходных складов. В них запрещается распаковка ВМ для раздачи мастерам-взрывникам. При каждом базисном складе имеются лаборатория и полигон для испытания ВМ. Расходные склады служат для раздачи ВМ мастерам-взрывникам (взрывникам),

В зависимости от группы ВМ установлена следующая предельная емкость отдельных хранилищ базисного склада: 60 т для ВВ с содержанием жидких нитроэфиров более 15%, гексогена нефлегматизированного, тетрила; 240 т для аммиачно-селитренных ВВ, тротила и сплавов его с другими нитросоединениями, для ВВ с содержанием жидких нитроэфиров не свыше 15%, флегматизированного гексогена 120 т для детонирующего шнура и КД или ЭД (вес с тарой); огнепроводного шнура без ограничения.

Предельная емкость отдельных хранилищ постоянных поверхностных расходных складов не должна превышать 60 т, а временных складов — 25 т. Общая емкость всех хранилищ постоянного расходного поверхностного склада не должна превышать 120 т ВВ, 250 000 КД или ЭД, детонирующего шнура 100 000 м (огнепроводного шнура — без ограничения).

Общая емкость всех хранилищ временного расходного склада не должна превышать 75 т ВВ, 100 000 детонаторов, детонирующего шнура 50 000 м (огнепроводного шнура — без ограничения). **В** каждом складе разрешается хранить не более того количества ВМ, на которое органами милиции выдано разрешение.

В постоянных и временных расходных поверхностных складах раскупорку ящиков и выдачу ВМ мастерам-взрывникам (взрывникам) разрешается производить в тамбуре хранилища или в отдельном, предназначенном для этого помещения хранилища. В тамбуре или помещении для выдачи КД или ЭД должен быть стол с закраинами, обитый брезентом по войлоку или резиновой пластинкой толщиной не менее 4 мм, и стол для резания детонирующего и огнепроводного шнура (если их применяют на данном предприятии).

Хранилища для ВВ с содержанием жидких нитроэфиров более 15% в местностях с температурой воздуха ниже —20 °С должны быть оборудованы водяным или электрическим отоплением. Температура отапливаемых помещений должна быть не выше -f 30 °С.

Территорией склада называют площадку, окруженную оградой из колючей проволоки, на которой расположены здания Для хранения ВМ и другие подсобные помещения. Расстояние от

ограды до ближайшей стены хранилища должно быть не менее 40 м. З а и р е т и а я зона располагается вокруг ограды склада на расстоянии не менее 50 м от нее.

Совместное хранение в одном хранилище постоянного или временного расходных складов ВМ различных групп допускается в исключительных случаях с разрешения вышестоящей организации при соблюдении следующих условий:

1. ВМ различных групп необходимо хранить в различных помещениях хранилища, отделенных одно от другого сплошной несгораемой (кирпичной или бетонной) стеной толщиной не менее 25 см;

2. Общее количество ВВ всех групп не должно превышать 3 т, КД или ЭД — не более 10 000 шт. Ящики с детонаторами необходимо укладывать на стеллажах, расположенных на противоположной стенке от ВВ.

3. Выдачу ВВ, детонаторов необходимо производить из разныд тамбуров или помещений.

Подземные склады для хранения ВМ. Хранение ВМ в подземных условиях допускается только в особо устроенных выработках-камерах или ячейках, которые должны быть расположены так, чтобы взрыв ВМ в одной из них не мог вызвать детонацию ВМ в соседних камерах и ячейках. Разрешается также хранение ВМ в контейнерах или ящиках, установленных в специальных нишах. Ниши устроены в соответствии с инструкцией, согласованной с Госгортехнадзором союзной республики.

В подземном складе устроены камеры или ячейки для хранения ВМ, а также подводящие выработки и вспомогательные камеры. К вспомогательным относятся камеры для раздачи ВМ; для проверки ЭД или изготовления зажигательных трубок; для электрораспределительных устройств и хранения противопожарны.[4]: средств, которые можно располагать в тупиках выработок, подводящих к складу.

Емкость каждой камеры в складах камерного типа не должна превышать 2 т ВВ. В складах ячейкового типа разрешается в каждой ячейке хранить не более 400 кг ВВ или 15 000 ЭД (КД) Предельная емкость подземных расходных складов не должна превышать трехсуточного запаса ВВ и десятисуточного запаса ЭД или других СВ. При ведении взрывных работ способом короткозамедленного и замедленного взрывания в подземных расходных складах должно быть не менее чем по одному ящику ЭД каждой ступени (серии) заземления, допущенных к применению на данной шахте.

При хранении ВВ с содержанием жидких нитроэфиров свыше 15% в подземных складах с отрицательной температурой воздуха склады ВМ следует отапливать. Отопление может быть электрическое. паровое или водяное. В шахтах, опасных по метану или пыли, все отопительные электрические приборы и арматура должны быть во взрывобезопасном исполнении.

Освещение и проветривание поверхностных и подземных складов ВМ. Все постоянные склады ВМ должны иметь два вида освещения: рабочее и аварийное. Рабочее освещение территории и хранилищ склада следует осуществлять лампами накаливания или люминесцентными светильниками. Электроэнергия для освещения подается от осветительного трансформатора при линейном напряжении до 220 В. Применение дуговых ламп запрещается. В качестве аварийного освещения для хранилищ склада разрешается применять рудничные аккумуляторные светильники или фонари с сухими батареями (при металлических корпусах — в резиновых чехлах). Применение рудничных переносных ламп, питаемых от электросети, во всех помещениях склада запрещается. Подступы к складу ВМ должны быть хорошо освещены, а сама территория склада должна находиться в тени. Лампы и светильники необходимо устанавливать снаружи здания против окон или внутри хранилища в специально устраиваемых нишах и ограждаемых защитным стеклом с прочной сеткой. Выключатели, предохранители, распределительные щиты, штепсели и т. п. необходимо устанавливать снаружи здания в закрытых ящиках или в изолированном помещении, которое должно быть снабжено противопожарными средствами. Освещение камер и подводящих выработок подземных складов должно быть электрическое во взрывобезопасном исполнении для шахт, опасных по газу, и в рудничной арматуре — для остальных шахт. Электропроводку в складах и подводящих выработках необходимо выполнять бронированным кабелем с полнхлорвиниловой оболочкой и резиновой изоляцией жил или гибкими резиновыми кабелями. Для питания осветительных установок следует применять напряжение (линейное) не выше 127 В. Допускается линейное напряжение 220 В для стационарного освещения. Лампочки должны быть ограждены стеклянными колпаками с сеткой. Подводящие выработки и вспомогательные камеры можно освещать светильниками, подвешенными в кровле выработок, а камеры (ячейки) для хранения ВМ — косым светом из подводящей выработки через фрамугу, расположенную над дверью каждой камеры. При отсутствии стационарного освещения выработки склада разрешается освещать рудничными аккумуляторными светильниками или предохранительными бензиновыми лампами, которые должны быть запломбированы и замагничены.

Хранилище ВМ необходимо проветривать и защищать от проникновения воды. Летом, в сухую ясную погоду, хранилища поверхностных складов следует проветривать открыванием дверей и окон, зимой проветривание осуществлять только в ясную морозную погоду, В помещениях для ВМ необходимо устраивать вытяжные ᵀРубы.

Проветривание подземного склада необходимо производить обособленной струей свежего воздуха. Количество воздуха, подаваемого в склады, должно обеспечивать четырехкратный часовой обмен воздуха во всех выработках склада. Исходящую из подземнога

склада воздушную струю запрещается направлять в выработки со свежей струей воздуха.

Способы молниезащиты склада ВМ. При грозовых разрядах на землю воздействие молнии возможно первичное, когда прямой удар ее непосредственно поражает наземные сооружения, вызывая пожары и взрывы хранящихся в них ВМ; вторичное воздействие молнии, когда разряд ее происходит на некотором расстоянии от сооружений и проявляется в ряде вторичных явлений, обусловливающих значительные воздействия на сооружения и на хранящиеся в них ВМ.

Хранилища постоянных и временных складов ВМ, помещения для изготовления патронов-боевнков с ЭД должны быть оборудованы молниезащитой. Кратковременные склады молниезащитой не оборудуют. Молниезащиту складов ВМ осуществляют установкой молниеотводов. Молниеотвод состоит из трех основных частей: молниеприемника, токоотвода и заземлителя. В момент удара молнии значительный потенциал, возникающий в токоотводах и заземлителях, может оказаться достаточным для разряда элементов молниеотвода на защищаемый объект (по воздуху и земле). Чтобы подобные разряды не происходили, необходимо удаление элементов молниеотвода от защищаемых объектов на расстояние не менее 3 м. Для обеспечения свободного подъезда автомобилей расстояние между молниеотводами и хранилищем следует брать не менее 5 м.

Для грозозащиты складов ВМ применяют заземлители следующих типов: стальные трубы диаметром 38—51 мм или стержни диаметром 40+50 мм, забиваемые в землю, железные полосы, закапываемые в землю горизонтально или вертикально на глубину 0,5—0,8 м. От прямых ударов молнии склады ВМ защищают стержневыми молниеотводами. Находясь выше хранилища (их высота 9—13 м), они принимают удары молнии и отводят ток в землю. Площадь сечения молннеприемника должна быть не менее 100 мм^2. Сечение токоотводов должно быть не менее 50 мм^2. Отдельные части токоотводов соединяются сваркой, в крайних случаях — клепкой или сбалчиванием. Как правило, для молниезащиты складов применяют деревянные опоры. К верхнему концу опоры прикрепляют молниеприемник, выступающая часть которого должна быть не более 1,5 м над опорой.

Исправность молниезащиты необходимо проверять ежегодно перед началом грозового периода и после обнаружения повреждения грозозащиты. Проверку производит комиссия, назначенная главным инженером предприятия, в составе энергетика или механика предприятия, заведующего складом ВМ и руководителя взрывных работ, в ведении которого находится склад ВМ (см. приложение 10 Единых правил безопасности).

Размещение ВМ в хранилищах. Ящики с ВМ I и IV групп необходимо располагать только на стеллажах, ящики с ВВ III группы разрешается располагать на стеллажах и в штабелях. Между стеллажами или штабелями необходимо оставлять проходы шири-

Li не менее 1,3 м. Расстояние от стеллажей до стены хранили-Л1а не менее 20 см, а до пола — не менее 10 см. Высота штабелей не должна превышать 2 м. По ширине штабеля можно располагать не более двух ящиков. В одном штабеле допускается храпение ящиков только одинаковых размеров и массы.

При размещении на стеллажах запрещается ящики с ВМ I и IV групп ставить один на другой. Ящики с ВВ III группы разрешается ставить на стеллажах в два ряда один на другой. Расстояние между каждыми двумя полками должно быть таким, чтобы "между ящиками с ВМ и полками над ними оставались зазоры не менее 4 см. По ширине полки запрещается ставить ящики более чем в один ряд. Высота верхних полок стеллажей для ВВ I и ЗУ групп должна быть не более 1,7 м от пола, а высота верхних полок стеллажей для остальных ВМ — не более 2 м.

Заготовленные зажигательные трубки следует хранить в хранилищах склада ВМ в металлических или деревянных ящиках, обитых оцинкованной сталью снаружи и мягкой прокладкой внутри. Ящики закрывают крышками с замками. Допускается хранение зажигательных трубок (не более суточного расхода) свернутыми по 10 шт. в круги и развешенными на колышках на высоте 1,2 м от пола. Пол хранилища должен быть покрыт мягкими матами.

§ 44. Хранение взрывчатых материалов на местах работы

Доставленные к местам работ ВМ должны быть под надзором мастера-взрывника или хорошо проинструктированных рабочих (подносчиков). ВМ должны находиться в сумках или кассетах в безопасном месте выработок. Допускается хранение доставленных **к** месту работы ВМ в специальных ящиках или контейнерах, закрытых на замок и размещенных в нишах выработок недалеко от забоя.

У стволов шахт, устьев штолен, тоннелей при их проходке ВМ в количестве сменной потребности разрешается хранить в специальных зарядных будках, расположенных на расстоянии не ближе 50 м от ствола шахты или устья штольни, а также от зданий и сооружений на поверхности.

Документация и охрана складов ВМ. На право хранения ВМ в складе шахта или шахтоуправление должны иметь письменное разрешение органов милиции. Разрешение на право хранения ВМ в постоянно действующих складах выдается соответствующим Управлением милиции сроком до 3 лет и хранится на складе. И Каждом складе разрешается хранить не более того количества "М, на которое органами милиции выдано разрешение.

Все базисные и расходные склады, а также склады для кратковременного хранения ВМ отнесены **к** категории особо важных объектов со строгим режимом охраны, и их круглосуточно охрапя-

ет военизированная или вооруженно-вахтерская охрана. Охрана подземных складов должна быть вооружена только холодным ору. жием и может быть возложена иа заведующего складом или раздатчиком ВМ при условии круглосуточного (посменного) их дежур. ства в этих складах.

Охрану склада ВМ устанавливают для обеспечения пропускного режима, контроля ввоза и вывоза ВМ, своевременного предотвращения и ликвидации нападения на склад, попыток хищения, а также для принятия мер при стихийных бедствиях на охраняемом складе или в непосредственной близости от него. В поверхностных складах ВМ (кроме кратковременных) должна быть двусторонняя телефонная, световая или звуковая сигнализация между караульными постами и караульным помещением. Телефоны караульных помещений должны быть включены в ближайший коммутатор, обеспечивающий связь с пожарной охраной, администрацией предприятия и милицией. В подземных складах должна быть устроена двусторонняя телефонная связь с коммутатором шахты на поверхности. Около раздаточной камеры должен быть установлен телефон.

Все склады должны быть снабжены достаточным количеством противопожарных средств (насосов, огнетушителей, бочек с водой, ящиков с песком, лестниц, ведер и пр.). Противопожарные водоемы базисных складов должны иметь достаточное количество воды и насосы с электрическим приводом. Все склады должны иметь соответствующее освещение.

§ 45. Перевозка и доставка взрывчатых материалов

Общие положения о перевозке ВМ. По шоссейным и грунтовым дорогам ВМ перевозят авто-мототранспортом, гужевым или на вьюках при обязательном сопровождении ответственного лица (заведующего складом или раздатчика) и вооруженной охраны. Ответственному за перевозку лицу разрешается совмещение обязанностей по охране ВМ с соответствующим оформлением в местных органах милиции. Шоферы или возчики, а также охрана обязательно должны быть проинструктированы о порядке перевозки, погрузки и выгрузки ВМ.

При отсутствии проезжих дорог разрешается перевозка ВМ П группы на прицепах трактором при условии исправности тары. Для перевозки ВМ допускают только специально оборудованные вполне исправные и проверенные грузовые и легковые автомобили, грузовые мотороллеры и мотоциклы с коляской. Перед выходом в рейс автомобиля, мотороллера, мотоцикла, предназначенных для перевозки ВМ, заведующий гаражом или лицо, его заменяющее, обязаны сделать в путевом листе надпись: *Автомобиль (мотороллер, мотоцикл) проверен, вполне исправен и пригоден для перевозки ВМ.* При отсутствии такой надписи выдача ВМ для перевоз-

ки запрещается. Автомобиль должен быть оборудован двумя огнетушителями, а мотороллер или мотоцикл — одним огнетушителем.

ВМ перевозят:

1) железнодорожным, водным и воздушным транспортом, средствами предприятий согласно действующим правилам соответствующих ведомств;

2) автомобильным, гужевым транспортом и вьюками с завода-поставщика, со склада одного предприятия на склад другого предприятия различных министерств и ведомств независимо от их территориального расположения, а также со склада на склад одного и того же предприятия, расположенных на территории разных областей, краев и республик, не имеющих областного деления, — по разрешениям районных, городских, областных, краевых и республиканских органов милиции;

3) с одного склада на другой, принадлежащий одному и тому же предприятию, организации, комбинату, объединению, тресту одного ведомства в пределах области, а также края и республики, не имеющих областного деления, — по наряду-накладной, выданной руководителем или главным инженером предприятия, в этом случае разрешения органов милиции не требуется;

4) от склада к местам производства взрывных работ — по наряду-путевке, подписанной руководителем, отвечающим за взрывные работы, в этом случае разрешение органов милиции не требуется.

ВМ с заводов-поставщиков и базисных складов необходимо перевозить к расходным складам в исправной запломбированной заводской упаковке. Ящики, из которых на базисном складе отбирались ВМ для испытания, необходимо перевозить с пломбами базисного склада. На этих ящиках должно быть указано количество оставшихся ВМ.

Учитывая повышенную взрывоопасность ВМ и особенно КД и ЭД, необходимо строго соблюдать требования правил безопасности при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировании ВМ. Все работы, связанные с погрузкой и разгрузкой и транспортированием ВМ, выполняются хорошо проинструктированными рабочими при квалифицированном техническом наблюдении. Хорошая организация погрузочно-разгрузочных работ и высокая дисциплина обеспечивают безопасность этих работ.

Погрузка и движение транспорта с ВМ. При перевозке ВМ загрузка автомобиля (мотоцикла, мотороллера) допускается до полной грузоподъемности, за исключением случаев перевозки детонаторов, ВВ, содержащих жидкие нитроэфиры, нагрузка которых на автомобиль разрешается не более двух третей его грузоподъемности и не более двух рядов ящиков по высоте. При транспортировании ВМ покрывают брезентом и прочно укрепляют веревками.

Гужевой и вьючный транспорт при перевозке ВМ должен двигаться шагом. Скорость движения автотранспорта при хорошей видимости может быть не более 40 км/ч; при перевозке в пыли, при

Таблица 9

Характер движения	Интервалы движения		
	для автомобилей	для повозок	для вьючных животных
По ровной дороге и во время остановки, м	50	20	10
Спуск с горы и подъем на гору, м . . .	300	100	50

тумане и во время пурги скорость движения вдвое ниже. При перевозке только ВВ II группы и огнепроводного шнура скорость движения автотранспорта ограничивается общими правилами автомобильного движения. При движении нескольких единиц транспорта ВМ между ними должны соблюдаться следующие интервалы (табл. 9).

В нагруженном ВМ автомобиле, кроме шофера, ответственного лица вооруженной охраны, а также грузчиков или взрывников, посторонних лиц не должно быть. Лица охраны должны находиться в кузове автомашины. Запрещается перевозить на автомобиле, мотоцикле или мотороллере, повозке с ВМ какой-либо иной груз, за исключением взрывных приборов, материалов и легкого инструмента, необходимых при взрывании, уложенных в прочно укрепленный ящик. Должны быть исключены удары по ящикам с ВМ. При перевозке ВМ I и IV групп необходимо использовать рессорные повозки, при перевозке в санях эти ВВ необходимо размещать на подстилке из мягкого материала (войлока, рогожи, мешков с сеном, соломой, стружками, опилками). Во вьюках ВМ перевозят в упаковке, обитой внутри войлоком. Для ВМ II группы и огнепроводного шнура мягкая обивка необязательна. Предельное количество ВВ, перевозимых гужевым транспортом, не должно превышать: для ВМ II группы и огнепроводного шнура—500 кг при одноконных повозках и 800 кг при пароконных повозках; для ВМ I и IV групп — 300 кг при одноконных и 500 кг при пароконных повозках. Ящики не должны выступать по длине и ширине за края повозки.

Спуск в шахту и доставку ВМ по подземным выработкам разрешается производить в клетях и бадьях, а по наклонным стволам -— в людских вагонетках и др. Доставку ВМ по подземным выработкам допускают всеми видами рельсового транспорта и вручную. Запрещается перемещение ВМ по стволу шахты во время спуска и подъема рабочих. При погрузке и перемещении ВМ по стволу шахты в околоствольном дворе и надшахтном здании около ствола могут находиться только мастера-взрывники, раздатчики, нагружающие и разгружающие ВМ рабочие, рукоятчики, стволовой и лицо надзора, ответственное за хранение и транспортирование ВМ по шахте. Перемещение ВМ по стволу шахты следует производить

только после того, как диспетчер (дежурный по шахте) известит ..•об этом машиниста, рукоятчика, стволового и лицо, ответственное за подъем и спуск ВМ. Ящики с ВМ должны занимать не более двух третей высоты клети (в пределах высоты двери клети); ящики с ВМ I группы разрешается ставить только в один ряд. При спуске ВМ в шахту в вагонетках ящики с ВМ не должны выступать выше ее бортов и вагонетки, должны быть прочно закреплены в клети. КД и ЭД спускают в клети отдельно от ВВ, и ящики укладывают не более чем в один ряд. Доставка ВМ в вагонетках от ствола к складу поручается не менее чем двум лицам. При спуске ВМ нахождение людей в клети, бадье или вагонетке не допускается, за исключением мастеров-взрывников и подносчиков. При спуске мастеров-взрывников по наклонным выработкам в людских вагонетках на каждом сидении вагонетки должно быть не более одного мастера-взрывника или подносчика. Разрешается одновременно спускать или поднимать в одной клетки нескольких мастеров-лвзрывников с сумками с ВМ и подносчиков с сумками с ВВ из расчета 1 $м^2$ пола клети на одного человека на этаже. Спуск и .подъем мастеров-взрывников с ВМ по стволу шахты следует производить вне очереди.

По вертикальным и наклонным стволам, а также по горизонтальным и наклонным выработкам ВМ необходимо доставлять со скоростью не более 5 м/с. При этом машинист должен пускать в .ход и останавливать подъемную машину, лебедку или электровоз плавно и без толчков. Мастера-взрывники и рабочие, занятые при перевозке ВМ, должны иметь при себе исправные рудничные аккумуляторные светильники или предохранительные бензиновые лампы.

По горизонтальным горным выработкам ВМ допускается доставлять аккумуляторными и контактными электровозами, средства взрывания контактными электровозами необходимо провозить в вагонетках, закрытых сплошной деревянной крышкой. ВВ и СВ можно перевозить специальными и попутными порожняковыми составами, при этом ВВ и СВ следует помещать в разных вагонетках, разделенных одна от другой таким количеством порожних вагонеток, при котором расстояние между вагонетками с ВВ и СВ или этими вагонетками или электровозом было бы не менее 3 м.

В составе, перевозящем ВМ, не должно быть груженых вагонеток. ВМ I и IV групп необходимо перевозить в обычных вагонетках, выложенных изнутри деревом, или в закрытых вагонетках с деревянным кузовом. Ящики с этими ВМ должны быть переложены войлоком или мешковиной и уложены по высоте в один ряд. Остальные ВМ разрешается перевозить в обычных шахтных вагонетках, нагружая их до бортов. При перевозке ВМ в сумках или кассетах их необходимо устанавливать в один ряд.

На передней части электровоза и сзади состава с ВМ должны Устраиваться специальные световые опознавательные знаки, со

значением которых должны быть ознакомлены все работающие в шахте. Во время перевозки ВМ по горным выработкам машинисты электровозов, встречных поездов и люди, проходящие по этим выработкам, должны останавливаться и пропускать поезд с ВМ. Машинисты электровозов и все лица, связанные с перевозкой ВМ, должны быть проинструктированы и ознакомлены с правилами обращения и перевозки ВМ. Кроме машиниста электровоза, мастера, взрывника и раздатчика, или заведующего складом, а также рабочих, связанных с перевозкой ВМ, в поезде никого не должно быть. При этом все перечисленные лица, кроме машиниста электровоза должны разместиться в вагонетке, прицепленной в конце поезда и оборудованной сидением для перевозки людей. Доставка ВМ по наклонным выработкам с одного горизонта на другой допускается в тех же вагонетках, что и по горизонтальным выработкам, и при концевой откатке может производиться только при вполне исправной и надежной сигнализации. При спуске ВМ в забой проходимого ствола шахты, шурфа или гезенка в нем не должно быть никого, кроме лиц, связанных с заряжанием шпуров *в* забое.

Доставка ВМ к местам работ разрешается без охраны, но при обязательном наблюдении мастера-взрывника с привлечением стажеров-взрывников или проинструктированных рабочих. ВМ необходимо переносить в заводской упаковке или в исправных сумках или кассетах, исключающих возможность просыпания или выпадения ВМ. При этом ВМ и СВ необходимо переносить в отдельных сумках или кассетах. Переноску КД и ЭД и боевиков необходимо поручить только мастерам-взрывникам.

При совместной переноске ВВ и СВ мастер-взрывник может переносить не более 12 кг ВВ. При переноске в сумках или кассетах ВВ без СВ норма может быть увеличена до 20 кг. При переноске ВВ в заводской упаковке на расстояние не более 300 м при удобном пути и подъеме не более 0,02 норма может быть повышена до 40 кг.

§ 46. Прием, отпуск и учет взрывчатых материалов

Общие положения по приему и выдаче ВМ. Доставленные на склад ВМ немедленно помещают в хранилища и оприходуют на основании отправочных заводских или транспортных документов или наряда-накладной. Предприятия обязаны вести учет прихода и расхода ВМ на складах в шнуровых книгах. В приходно-расходных документах не допускают записи карандашом, помарки и подчистки записей, а всякого рода исправления вносят только проставлением новых цифр. Каждую поправку оговаривают в конце каждого листа, где подписывается лицо, внесшее поправку.

На складах должны быть образцы подписей лиц, имеющих право подписывать наряд-накладную и наряд-путевку на ВМ. Подписи

лжны быть заверены руководителем предприятия. Отпуск ВМ по сказанным документам, подписанным другими лицами, запрещается. Со склада ВМ необходимо выдавать только в строгом соответствии с предъявленными нарядами-накладными или нарядаии-путевками. Заведующий складом должен следить, чтобы партии соответствующих видов ВМ расходовались в порядке поступления их на склад, а также проверять гарантийный срок использования вм.

Бухгалтерия предприятия ведет строгий учет прихода и расхода ВМ на основании приходно-расходных документов, представленных заведующим складом и утвержденных руководителем или главным инженером шахты. Правильность учета, хранения и наличия gM в складах ежемесячно проверяют лица, специально назначенные руководителем предприятия, и периодически горнотехническая инспекция. Результаты проверки складов заносят в книги учета ВМ. В случае выявления при проверке недостачи или излишков ВМ об этом немедленно сообщают руководителю шахты и следственным органам для принятия мер.

Документация, порядок ведения учета прихода и расхода ВМ на складах. Книга учета прихода и расхода ВМ по форме № 1 должна быть пронумерована (см. приложение 1), прошнурована и скреплена сургучной печатью или пломбой непосредственно контролирующей организации (горнотехнической инспекции). Книгу ведет заведующий складом, она предназначена для количественного учета ВМ на базисных и расходных складах. Для •каждого вида ВМ в книге открывают отдельные счета. Остаток по каждому виду ВВ или СВ подсчитывают на конец каждых суток.

Книга учета выдачи и возврата ВМ по форме № 2 (см. приложение 2) должна быть пронумерована, прошнурована и скреплена сургучной печатью или пломбой горнотехнической инспекции. Книга предназначена для ведения учета выдачи и возврата ВМ. В книге по форме № 2 для каждого вида ВВ или СВ отводят отдельные листы или страницы. В конце суток подсчитывают, сколько и какого вида ВВ или СВ израсходовано за сутки, под чертой записывают их расход (выданных за вычетом возвращенных). Выведенное в книге по форме № 2 количество израсходованных за сутки ВВ и СВ записывают ежедневно в книгу учета и расхода ВМ' по форме № 1.

Наряд-накладная по форме № 3 (см. приложение 3) служит основанием отпуска ВМ с одного склада на другой. Наряд-накладную выписывает бухгалтерия предприятия (шахты) в четырех экземплярах, подписывает руководитель (директор или главный инженер шахты) и главный бухгалтер и регистрируют в специальной книге бухгалтерии с указанием порядкового номера и Даты выдачи. Оформленные наряды накладные выдаются получателю Для предъявления заведующему складом или доставщику ВМ с Доверенностью на получение ВМ. Получатель расписывается в отпуске ВМ, после чего три экземпляра наряда-накладной с доверен-

ностью передаются отпустившему ВМ, а один экземпляр является основанием для оприходования полученных ВМ. Заведующий складом, отпускавший ВМ, один экземпляр наряда-накладной оставляет на складе, а два экземпляра с доверенностью на получение передает в бухгалтерию.

При централизованной доставке ВМ с базисных складов на рас, ходпые до окончательного оформления отпуска ВМ по наряду-накладной доставщик, получивший ВМ для развозки по расходным складам, и заведующий складом, выдавший ВМ, расписываются в получении и выдаче ВМ в книге произвольной формы.

Наряд-путевка на производство взрывных работ по форме № 4 (см. приложение 4) служит для отпуска ВМ мастерам-взрывникам (взрывникам).

Наряд-путевку подписывает начальник участка, на котором ведутся взрывные работы (его помощник), руководитель взрывных работ предприятия (организации), а на шахтах, опасных по газу или пыли, — также начальник участка вентиляции и техники безопасности.

При выполнении взрывных работ в одном забое двумя и более взрывниками наряд-путевку выписывают на мастера-взрывника, которого руководитель или главный инженер предприятия (организации) либо начальник участка назначил старшим по смене. По окончании рабочей смены в наряде-путевке мастер-взрывник (взрывник) и присутствующее при взрывных работах лицо технического надзора подтверждает своими подписями фактический расход ВМ по назначению.

В отдельных случаях, по согласованию с органами Госгортехиадзора СССР, руководитель предприятия может возложить подтверждение фактического расхода ВМ, кроме мастера-взрывника (взрывника), на бригадира или старшего по смене рабочего, второго мастера-взрывника (взрывника).

Мастера-взрывники (взрывники) должны отчитаться на складе ВМ в израсходовании ВМ и, при наличии остатков ВМ, сдать их на склад. ВМ не выдаются мастерам-взрывникам (взрывникам), не отчитавшимся в израсходовании ранее полученных.

Выписанная наряд-путевка после отпуска ВМ служит на складе основанием для записи ВМ в «Книгу учета выдачи и возврата ВМ», а заполненная после окончания работ наряд-путевка является основанием для списания ВМ по «Книге учета прихода и расхода ВМ».

Руководитель предприятия (организации) устанавливает порядок, согласно которому отпуск ВМ на расходных складах производится, как правило, после подтверждения по телефону с места работы фактической потребности в них.

При необходимости предприятия могут вносить в форму наряда-путевки изменения, согласованные с органами Госгортехнадзора- При изменении условий в забое разрешается выписывать меньшее количество ВМ, чем предусмотрено паспортом буровзрывных р"

fooT получать меньшее количество ВМ, чем указано в наряде-путев-^ке» а также уменьшать заряды в шпурах с учетом фактического положения.

§ 47. Ответственность за нарушение порядка хранения, учета и использования взрывчатых материалов

Руководители министерств, ведомств, управлений комбинатов и трестов несут ответственность за правильность заявок на потребность ВМ, правильное распределение ВМ на предприятиях и базисных складах, соблюдение строгого контроля за хранением, учетом и использованием ВМ и их охраной; обеспечение на подведомственных предприятиях необходимого числа складов ВМ требуемой • емкости; обеспечение базисных складов ВМ лабораториями для производства требуемых испытаний ВМ; своевременное привлечение к ответственности нарушителей правил хранения, учета и использования BjM,

Руководитель и главный инженер предприятия (шахты, шахтоуправления и стройуправления) несут ответственность за соблю-, дение установленного порядка допуска лиц для руководства и производства взрывных работ и хранения ВМ, обеспечение подведомственных шахт и шахтостроительных управлений необходимым числом складов ВМ требуемой емкости и хранение ВМ в количествах, не превышающих установленную емкость склада; обеспечение складов ВМ охраной в соответствии с установленным порядком; обеспечение ежемесячной проверки порядка приема, хранения, выдачи и учета ВМ на складе; выдачу на работу только проверенных и доброкачественных ВМ; правильную постановку учета BxM на складе, обеспечение порядка транспортирования и хранения ВМ на местах работ, правильность и обоснованность заявок на ВМ, своевременное получение нужного ассортимента и применение ВМ в соответствии с требованиями Единых правил безопасности; организацию опытных взрываний для составления паспортов на производство взрывных работ; правильность составления паспортов буровзрывных работ; безопасную организацию ведения взрывных работ, своевременное привлечение к ответственности нарушителей порядка хранения, учета и использования ВМ при взрывных работах.

Руководитель взрывных работ несет ответственность за обеспечение точного соблюдения подчиненным ему персоналом порядка хранения, транспортирования, расходования и учета ВМ, допуск к производству взрывных работ, хранению и выдаче ВМ только лиц, имеющих на это право, состояние контроля за своевременной и правильной отчетностью мастеров-взрывников об израсходовании ВМ и сдаче ими остатков ВМ на склад; организацию регулярного надзора за состоянием и качеством ВМ, а также за работой обслуживающего склады ВМ персонала и охраной расходных складов;

безопасное ведение взрывных работ и применение только допущенных ВМ.

Мастер-взрывник отвечает за обеспечение постоянного надзора за полученными им ВМ, использование ВМ по назначению; производство взрывных работ в соответствии с проектом или паспортом буровзрывных работ и соблюдение величины установленных зарядов и забойки; производство взрывных работ только при наличии постов охраны и соблюдении всех других требований правил безопасности; своевременную сдачу на склад остатка неиспользованных ВМ в конце работы и за правильное показание и подтверждение расхода их в наряде-путевке; осмотр забоев после взрывания, своевременное сообщение руководителю работ о невзорвавшихся зарядах и запись в журнал ликвидации отказавших зарядов, своевременную их ликвидацию, при невозможности своевременно ликвидировать эти заряды — за установку устройств, предупреждающих подход посторонних лиц к отказавшим зарядам, и немедленное извещение технадзора о числе и местонахождении невзорвавшихся зарядов; соблюдение правил транспортирования ВМ от склада до места работы и обратно; проверку на опасных по пыли шахтах качества орошения выработок или связывания осевшей угольной и сланцевой пыли, а также производство взрывных работ только при отсутствии недопустимых концентраций взрывчатых газов. Мастер-взрывник не допускает передачу ВМ другим лицам, потерю, самовольное уничтожение или оставление в выработках или на поверхности.

Кроме того, мастер-взрывник несет ответственность за проверку подготовленности забоев к взрывным работам, подачу сигналов и правильность разрешенного им допуска рабочих к месту взрыва для последующих работ; замер газоанализатором метана в забое на шахтах, опасных по газу, непосредственно перед заряжанием и перед каждым взрыванием зарядов.

Заведующий складом ВМ несет ответственность за соблюдение-установленных правил хранения, размещения, приема, учета, испытания и выдачи ВМ; своевременное оприходование ВМ; недопущение порчи, недостачи или излишков ВМ на складе; правильное оформление приходно-расходных документов на ВМ; хранение печати, ключей от хранилища и пломбировочных щипцов, не допуская их утери или передачи другим лицам, кроме раздатчиков; выдачу ВМ только мастерам-взрывникам (взрывникам), отчитавшимся своевременно по окончании работы за израсходованные ВМ и сдавшим их остатки; хранение ВМ в количествах, которые не должны превышать установленной емкости склада.

Обязанности и ответственность раздатчиков ВМ. К исполнению обязанностей раздатчика ВМ на расходных складах допускаются лица, прошедшие обучение, сдавшие экзамен по специальной программе и получившие удостоверение раздатчика ВМ, Раздатчиком может быть мастер-взрывник или взрывник, прошедший пятидневное стажирование в должности раздатчика ВМ.

При приеме смены раздатчик обязан тщательно проверить остаток ВМ в раскрытой упаковке, количество ящиков с ВВ и СВ, сличить *фактическое* количество ВМ с записями остатков в книгах учета ВМ. В случае недостачи или избытка ВМ раздатчик должен немедленно, не начиная выдачи, вызвать заведующего складом для составления акта и принятия мер. При вскрытии ящиков раздатчик обязан проверить количество, *маркировку и* состояние ВМ. Если при этом будет обнаружен недостаток или излишек ВМ, раздатчик обязан немедленно вызвать заведующего складом и вместе с ним составить акт. Все ЭД перед выдачей их мастерам-взрывникам должны быть проверены на соответствие их сопротивления, указанному на этикетке коробки. После проверки концы выводных проводов должны быть замкнуты накоротко. Запрещается отпускать из склада мастеру-взрывнику ВМ при отсутствии у него отдельных исправных сумок для переноски ВВ и средств взрывания. Выдача одному мастеру-взрывнику одновременно со средствами взрывания свыше 12 кг ВВ допускается при наличии подносчика ВВ. Запрещается отпускать ВМ в большем количестве, чем это указано в наряде-путевке. При повторной выдаче мастеру-взрывнику ранее возвращенных ВВ раздатчик должен тщательно проверить их состояние. В случае увлажнения ВВ в патронах раздатчик не должен выдавать их мастерам-взрывникам. О выдаче ВМ раздатчик должен записать в книгу учета выдачи и возврата ВМ и в наряд-путевку и поставить соответствующие подписи. Раздатчику запрещается оставлять свое рабочее место и допускать к исполнению своих обязанностей других лиц. Запрещается допускать посторонних лиц на склад ВМ.

Должностные лица на предприятиях, в организациях, а также инженерно-технические работники, виновные в нарушении Единых правил безопасности, несут личную ответственность независимо от того, привело ли это нарушение к аварии или несчастному случаю. Они отвечают также за нарушения, допущенные их подчиненными. Выдача должностными лицами указаний или распоряжений, принуждающих подчиненных нарушать правила безопасности и инструкции к ним, самовольное возобновление работ, остановленных органами Госгортехнадзора или технической инспекцией профсоюзов, а также непринятие этими лицами мер по устранению нарушений, которые допускаются подчиненными или должностными лицами или рабочим, являются грубейшими нарушениями правил безопасности.

В зависимости от характера нарушений и их последствий все Указанные лица несут ответственность в дисциплинарном, административном или судебном порядке.

Рабочие несут ответственность за нарушения правил безопасности или специальных инструкций, относящихся к выполняемой ими работе, в порядке, установленном внутренним *трудовым* распорядком на предприятии и уголовными кодексами союзных республик.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ к ГЛ. VII

1. Как упаковывают ВВ и СВ?
2. Какие цвета оболочек патронов предохранительных и непредохракитель. пых ВВ?
3. Что понимают под термином склад ВМ?
4. Как разделяют склады ВМ по расположению, сроку службы и казна чению?
5. Какой емкости могут быть склады?
6. Какие *помещения* и сооружения размещают на территории поверхностны?: складов?
7. Какие бывают подземное склады ВМ?
8. Как ВМ разм'-тают в складах?
9. Какими средствами должны быть оборудованы склады?
10. Какая должна быть охрана складов?
11. Какая документация должна быть на складе?
12. Какими видами транспорта можно перевозить ВМ?
13. Какая документация нужна для перевозки ВМ?
14. Какие нормы загрузки транспорта ВМ?
15. Какая должна быть скорость движения различных видов транспорта при перевозке ВМ?
16. Как производят спуск ВМ в шахту?
17. Каким транспортом можно перевозить ВМ в шахте?
18. Как производят доставку ВМ от склада до места выполнения взрывных работ?
19. Как ведут учет ВМ?
20. По каким документам ведут учет прихода, выдачи, возврата и расхода ВМ?
21. Какую ответственность несут руководители шахт и участков, заведующий складом, мастера-взрывники и раздатчики за нарушение порядка храпения, учета и использования ВМ?

ГЛАВА VIII

ИСПЫТАНИЕ И УНИЧТОЖЕНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

§ 48. Общие положения по испытанию взрывчатых материалов

Каждую партию ВМ после ее изготовления на заводе подвергают испытаниям, предусмотренным ГОСТом или ТУ. Однако под влиянием некоторых факторов при транспортировании и хранении взрывчатые свойства ВВ могут меняться в худшую сторону. Так, аммиачно-селитренные ВВ могут увлажняться или сильно слеживаться, при этом ухудшается детонационная способность. ЭД при перевозке и всякого рода тряске могут терять проводимость тока. Поэтому на предприятиях, принявших ВМ, необходимо проверять качество поступающих и применяемых ВМ.

Все партии ВМ необходимо испытывать на пригодность их для хранения и применения при поступлении на склад и периодически в процессе хранения. Испытания производят на базисных складах, а также на расходных складах, на которые ВМ поступают с заводов-изготовителей. Периодические испытания ВМ производят в следующие сроки: ВВ, содержащие нитроэфиры, а также все предохранительные ВВ — в конце гарантийного срока использования и каждый месяц после его истечения; другие ВВ — в конце гарантийного срока и не реже, чем через каждые три месяца после его истечения, СВ — в конце гарантийного срока и не реже одного раза в год после его истечения; все ВМ — вне зависимости от срока их хранения, если возникает сомнение в их доброкачественности по внешнему осмотру или неудовлетворительным результатам при взрывных работах (неполные взрывы, отказы). Запрещается выдача с базисных и расходных складов ВМ с истекшим гарантийным сроком без предварительного их испытания. В тех случаях, когда ВМ поступают на склады предприятия непосредственно от заводов-изготовителей при наличии сертификатов или с базисных складов на расходные в исправной таре (по наружному осмотру), ВМ при приемке можно не испытывать.

§ 49. Виды и методы испытаний взрывчатых материалов

ВМ на базисных складах, получающих их с заводов-изготовителей, должны быть в зависимости от типа ВВ и СВ подвергнуты следующим испытаниям: 1) нитрозфирные ВВ — наружному ос-

мотру тары и отобранных патронов; определению наличия эксудата; на способность передачи детонации; 2) аммиачно-селитренные ВВ — наружному осмотру тары и отобранных патронов; на способность передачи детонации; определение содержания влаги; 3) ЭД и КД — наружному осмотру тары; внешнему осмотру отобранных ЭД и КД; 4) огнепроводный шнур — наружному осмотру тары; внешнему осмотру отобранных кругов шнура; на скорость, полноту и равномерность горения; на водостойкость; 5) детонирующий шнур — наружному осмотру тары; внешнему осмотру отобранного детонирующего шнура; на безотказность взрывания по установленным схемам; на водостойкость.

На расходных складах, получающих ВМ с базисных складов, производят наружный осмотр ВВ перед выдачей мастерам-взрывникам и проверку всех ЭД на соответствие их сопротивления указанному на коробках. Испытания ВМ должны проводить лаборанты или мастера-взрывники под руководством заведующего складом ВМ. Испытания на способность передачи детонации производят на расстоянии не менее 200 м от хранилищ склада с ВМ на специально отведенном месте (полигоне). Люди, занятые испытанием ВМ, на время взрывания должны удаляться на расстояние не менее 50 м от взрываемых патронов ВВ или ЭД. Результаты осмотра и испытаний ВМ на базисных складах должны быть записаны в специальный журнал, форма которого приведена в приложении 5. В случае получения неудовлетворительных результатов при испытании, кроме записи в журнале, составляют акт по форме, указанной в приложении № 2 «Единых правил безопасности.

Методы испытаний взрывчатых веществ

Внешний осмотр ящиков с ВВ-. осмотру подлежат все ящики с ВВ, поступившие на базисный склад. При этом не должно быть повреждений ящиков. Все дефектные ящики отсортировывают и составляют об этом акт. В поврежденных ящиках проверяют целостность внутренней упаковки. При наличии дефектов в упаковке внутри ящиков проверяют соответствие фактического количества содержимого в ящике указанному в маркировке или других документах. При несоответствии количества составляют рекламационный акт, который направляют заводу-изготовителю и районной инспекции Госгортехнадзора для принятия мер к устранению обнаруженных недостатков.

Наружный осмотр патронов ВВ: из разных ящиков поступившей на базисный склад партии ВВ отбирают пять пачек, которые распаковывают, и все патроны подвергают наружному осмотру. На патронах не должно быть следов подмочки, а также внешних признаков увлажнения ВВ. Не допускается высыпание ВВ с торцов патронов, затекание влагоизолирующего состава внутрь патрона, а также углубление торцов патронов более чем на 7 мм. ВВ в пат-

не должно быть сильно слежавшимся, не поддающимся размятию руками.

Испытание ВВ на передачу детонации. Два патрона используемого ВВ укладывают на ровной поверхности грунта (песка) так, чтобы ось каждого следующего патрона являлась продолжением оси предыдущего (рис. 29). В один из крайних патронов вставляют КД с отрезком огнепроводного шнура или ЭД, причем последний должен быть помещен в патрон на всю длину с внешнего торца патрона. Между торцами патронов помещают шаблон (измери-



Рис. 29. Расположение патронов ВВ при испытании на передачу детонации.

тель расстояния) соответствующего размера, к которому плотно прижимают патроны ВВ, затем, не сдвигая с места патроны, шаблон убирают. Расстояние между торцами патронов устанавливают на основании данных о минимальном расстоянии передачи детонации для данного ВВ (см. табл. 4, 5, 6, ГОСТ, ТУ или журнальное постановление Госгортехнадзора СССР).

После расположения патронов всех людей, занятых испытанием, удаляют на расстояние не менее 50 м и производят взрыв патрона-боевика. О передаче детонации судят по наличию углублений в грунте в тех местах, где были уложены патроны, и по отсутствию остатков невзорвавшихся патронов ВВ. Если на месте расположения патронов в грунте образовались два углубления и длина каждого из них не менее длины патрона, то это означает, что детонация передалась и патроны полностью взорвались. Если же в грунте окажется только одно углубление, то это свидетельствует о том, что взорвался только один патрон-боевик, а второму детонация не передалась. В этом случае нужно искать невзорвавшийся патрон, который может быть частично разбит и отброшен на некоторое расстояние от места их расположения взрывом сдетонировавшего патрона.

ВВ считают выдержавшим испытание, если в трех опытах будет получена передача детонации от взрыва патронов-боевиков к пассивному патрону и если оба патрона полностью взорвутся. При наличии хотя бы одного несдетонировавшего патрона в трех опытах производят повторное испытание с удвоенным числом опытов. Если при повторном испытании не будет получена полная детонация хотя бы в одном из шести опытов, то партию испытуемых ВВ бракуют и не допускают для производства взрывных работ.

Водоустойчивые патронированные ВВ также испытывают на передачу детонации после замачивания их в воде. Для этого патроны, установленные в специальную кассету, погружают в верти-

кальном положении в бак с водой, имеющей комнатную температуру. Столб воды в баке должен иметь высоту 1 м, считая от нижнего конца патрона. После часовой выдержки патроны извлекают из воды и испытывают на передачу детонации. После выдержки •патронов в воде их укладывают на грунте так, чтобы нижние (располагаемые ко дну бака при замочке) концы патронов были обращены соответственно к верхним концам последующих патронов. Для некоторых ВВ время выдержки патронов в воде составляет 30 мин, и патроны погружают в воду в горизонтальном положении на глубину всего лишь 5 см. Перед испытанием на передачу детонации слежавшиеся ВВ не следует разминать, кроме конца патрона, в который должен вводиться КД или ЭД. На передачу детонации ВВ испытывают в патронах диаметром 36—37 мм или 3!—*32* мм.

Олпедеяен'ие содержания влаги в ВВ. Содержание влаги определяют по разности масс до и после просушивания навески испытуемого аммиачно-селитренпого ВВ. Для взятия навески берут из пяти пачек по одному патрону, высыпают из них ВВ и тщательно перемешивают. После этого набирают в стеклянные стаканчики с притертыми крышками две навески массой 5—Ш г ВВ каждая и взвешивают их на аналитических весах с точностью до 0,0002 г. Взвешенные навески в стаканчиках с открытыми крышками помещают в электрический сушильный шкаф и высушивают в течение 4—6 ч при температуре 60—70 °С до постоянной массы в пределах третьего знака. При взвешивании после сушки стаканчики плотно закрывают притертыми крышками. Перед каждым взвешиванием стаканчики с навесками ВВ с закрытыми крышками охлаждают до комнатной температуры, но не менее 30 мин в эксикаторе над свежепрокаленным хлористым кальцием. Содержание влаги вычисляют по формуле

$$P = \frac{c_1 \quad c_2}{7 \; b1} \; 100, \quad \%, \qquad (12)$$

где $C_ь$, C_2 — масса навески ВВ вмессе со стаканчиком соответственно до и после просушивания, г.

Таким образом выполняют два параллельных определения, из результатов которых вычисляют содержание влаги с округлением до 0,01%. Расхождения между результатами параллельных определений не должны быть более 0,05%. Содержание влаги в аммиачно-селитренных ВВ, предназначенных для угольных шахт, должно быть не более 0,5%. Определение содержания влаги прессованных аммонитов (скальный № 1 и др.) на базисных складах и расходных складах не производят.

Единые правила безопасности [5] хотя и не требуют определять содержание влаги ВВ, содержащих нитроэфиры, однако в практике иногда это необходимо. Влажность ВВ, содержащих нитроэфиры, определяют сушкой в эксикаторе над свежепрокаленным хлористым кальцием до постоянной массы навески ВВ. Чистый хлори-

"ый кальций помещают в муфель и прокаливают в течение 2—3 ч, [1]атем охлаждают в муфеле до такого состояния, чтобы его можно ило поместить теплым в эксикатор с притертой крышкой, смазанвой предварительно ланолином.

• Из перемешанного состава отбирают навески по 5 г каждая и домешают их в предварительно взвешенные сухие стеклянные бюк-'•сы или стаканчики с притертыми крышками и взвешивают с точностью д. 0,0002 г на аналитических весах. Стаканчики имеют диаметр 65+1,5 мм, высоту 30+1,5 мм и толщину стенок около 0,8 мм. •Стаканчики и их крышки должны быть занумерованы карандашом "или краской. Подготовленные и взвешенные стаканчики с навесками ВВ помещают на решетку в эксикаторе. При этом крышки стаканчиков открывают и кладут рядом с ними. Крышку эксикатора плотно закрывают и производят сушку в течение 14—16 ч. После 'этого крышку эксикатора немного сдвигают, а в стаканчиках -крышки закрывают. Затем взвешивают навески со стаканчиками и крышками, после чего стаканчики спять помещают в эксикатор, снимают с них крышки, эксикатор закрывают и продолжают сушку. Затем через каждые 2—3 ч повторяют взвешивание. Если масса -дальше не уменьшается, то сушку прекращают. Содержание влаги определяют по той же формуле. Из двух параллельных навесок .вычисляют среднюю арифметическую величину влаги и результаты округляют до 0,001%. У ВВ, содержащих нитроэфиры, содержание влаги не должно превышать 0,75%.

Методы испытаний средств взрывания

Проверка ЭД. От поступившей на базисный склад партии ЭД из двух ящиков и не менее чем из 20 коробок отбирают 200 электродетонаторов, которые подвергают наружному осмотру. Если ЭД снаряжены в металлические гильзы, то на гильзах не должно быть окисления, загрязнения, трещин, помятостей или раковин. У бумажных гильз не должно быть отслаивания бумаги в местах склеивания, а также разлохмачивания бумажных гильз и сколов тетрила или гексогена у дна гильзы. Не допускается слабая обжимка КД, нарушение изоляции проводов, загрязнение н окисление зачищенных концов проводов. В случае обнаружения дефектов при осмотре отобранных ЭД составляют рекламационный акт, который направляют заводу-изготовителю, вышестоящей хозяйственной организации, МакНИИ или ВостНИИ для принятия мер. При этом всю партию ЭД бракуют. Вопрос о возможности дальнейшего ее использования решает комиссия е участием представителя заводаизготовителя.

Электрическое сопротивление всех электродетонаторов проверяют только на расходных складах в специальной камере перед выдачей их мастерам-взрывникам. При проверке ЭД необходимо помещать в металлическую трубу или другое специальное предохранительное (защитное) устройство для того, чтобы в случае

взрыва ЭД осколки его не могли травмировать проверяющего Сопротивление ЭД должно соответствовать указанному на этикетках коробок. При отклонении сопротивлений от указанных пределов на этикетках такие ЭД бракуют и составляют рекламационный акт, экземпляры которого высылают в вышеуказанные организации. Вопрос о возможности использования партии таких КД решает комиссия с участием представителя завода-изготовителя.

Проверка КД. От каждой партии на базисном складе вскрывают не менее двух ящиков и отбирают не менее 200 КД, которые подвергают наружному осмотру. Металлические гильзы не должны иметь трещин или раковин, а бумажные гильзы — отслаиваний бумаги у дульца, препятствующей введению огнепроводного шнура. Внутренняя поверхность металлических и бумажных гильз не должна иметь следов засоренности. Кроме того, не должно быть сколов тетрила или гексогена у дна КД в бумажных гильзах. На расходных складах все КД необходимо осматривать перед изготовлением зажигательных трубок. При наличии указанных выше дефектов всю партию КД бракуют, составляют рекламационный акт, экземпляры которого высылают заводу-изготовителю. Вопрос о возможности использования партии таких КД решает комиссия с участием представителя завода-изготовителя.

Испытание огнепроводного шнура. От каждой поступившей на базисный склад партии вскрывают не менее одного ящика, в котором все бухты шнура подвергают наружному осмотру. При этом устанавливают наличие или отсутствие следующих дефектов: переломы, трещины в оболочке, разлохмачивание концов, следы подмочки и пр. Из прошедших наружный осмотр отбирают 2% бухт (кругов), которые подвергают другим видам испытаний.

Огнепроводный шнур испытывают по всем показателям после выдержки в воде с температурой 15—20°С на глубине 1 м. Продолжительность выдержки 4 ч для шнура марки ОШП и ОШДА и 1 ч для шнура марки ОША. Шнур марки ОШП следует замачивать с выводом концов из воды наружу. Испытание на скорость, полноту и равномерность горения огнепроводного шнура производят следующим образом. Отобранные для испытаний бухты разматывают, от каждой бухты с одного конца отрезают 5 см, затем отрезают отрезок длиной 60 см. Подготовленные отрезки зажигают и устанавливают время горения каждого отрезка. Скорость горения для нормально горящего ОШ длиной 60 см должна быть не менее 60 и не более 70 с. При этом надо иметь в виду, что скорость горения зависит от внешнего давления. При изменении барометрического давления время горения отрезка ОШ должно быть приведено к нормальным условиям по формуле

$$t_п = t_р - 0,04(760 - P), \text{ с,} \qquad (13)$$

где t_n — время горения шнура, приведенное к давлению 760 мм рт. ст.; $t_р$ — фактическое время горения шнура при барометрическом давлении во время проведения испытания, с; P — барометри-

ческое давление ртутного столба (мм) во время определения времени горения шнура.

Шнур, давший хотя бы один случай затухания, а также большее ИЛИ меньшее время горения, бракуют. Оставшиеся бухты ОШ разматывают на площадке и поджигают. При этом пороховая сердцевина шнура должна гореть равномерно без затуханий, хлопков и прорывов искр через его оболочку. Если будет отмечено хоть одно затухание или другие названные выше дефекты, то партию шнура повторно испытывают с удвоенным числом бухт. В случае обнаружения при повторном испытании каких-либо дефектов всю партию испытуемого шнура бракуют, составляют рекламационный акт, экземпляры которого высылают заводу-изготовителю, МакНИИ или ВостНИИ. Вопрос об использовании такого шнура решает комиссия с участием представителя завода-изготовителя.

Испытание ДШ. От каждой партии, поступившей на базисный склад, вскрывают один ящик, в котором все бухты ДШ подвергают наружному осмотру. При этом устанавливают наличие или отсутствие дефектов, как, например, нарушение целостности оболочки, переломы, утончение или утолщение. Если число бухт с дефектами превышает 10% общего числа осмотренных бухт, всю партию ДШ бракуют. Для испытания на безотказность взрывания берут три бухты, от которых отрезают по пять отрезков длиной 1 м, а оставшиеся 45 м разматывают и располагают в качестве магистральной линии. К каждой из трех магистральных линий присоединяют на некоторых расстояниях отрезки ДШ и располагают в направлении по ходу его детонации. Присоединение отрезков к магистральной линии ДШ должно быть таким, какое применяют на данных взрывных работах. При соединении отрезков внакладку конец шнура должен плотно прилегать к магистрали на длину не менее 10 см. Скрепление можно производить изоляционной лентой или шпагатом. Концы магистральных линий ДШ, если бухта состоит из отдельных кусков, соединяют между собой последовательно внакладку. К одному из концов магистрали подсоединяют ЭД или КД с отрезком ОШ, и с расстояния не менее 50 м производят взрывание. ДШ, давший при взрыве в трех схемах более одного отказа на магистрали или более двух отказов детонации в подсоединенных пяти отрезках, бракуют.

Если ДШ предполагают применять в обводненных условиях, то на безотказность взрывания его испытывают после замачивания в воде в соответствии с § 34. Для испытания ДШ на водонепроницаемость используют отрезок длиной 5 м. При замачивании концы этого отрезка ДШ должны выступать из воды. После выдерживания в воде отрезок ДШ разрезают на пять равных частей и связывают их один с другим в одну линию морскими узлами и затем взрывают. Если при этом ДШ будет детонировать неполностью, то его испытывают без замачивания, и, если будут получены положительные результаты, то данная партия ДШ может быть допущена к применению только в сухих забоях.

§ 50. Уничтожение взрывчатых материалов

Общие положения. Уничтожению подлежат ВМ, непригодные для дальнейшего применения, а также при ликвидации склада или прекращении взрывных работ на предприятии, если не представляется возможность использовать остатки ВМ или передать их другой организации. ВМ уничтожают по письменному распоряжению главного инженера, технического руководителя шахты или руководителя взрывных работ. Уничтожением ВМ должен руководить заведующий складом или руководитель взрывных работ. Для лиц, производящих уничтожение ВВ взрыванием или сжиганием, должно быть устроено надежное укрытие, расположенное, на безопасном расстоянии от площади с уничтожаемыми ВМ и надежно защищающее людей от осколков при взрыве, а также от поражающего действия воздушной волны. При отсутствии искусственных или естественных укрытий лица, производящие уничтожение ВМ, должны быть удалены за пределы опасной зоны, которую устанавливает лицо, руководящее уничтожением ВМ. На время уничтожения ВМ взрыванием или сжиганием на всех подступах к площадке, где производят уничтожение, на безопасном расстоянии должны быть выставлены караульные посты, а также вывешены красные флаги. О каждом уничтожении ВМ составляют акт, в котором должно быть указано количество и наименование уничтожаемых ВМ, причины и способы уничтожения. Акт составляют в двух экземплярах, которые хранят на складе ВМ и в бухгалтерии предприятия для списания ВМ.

Уничтожение ВМ взрыванием. Взрыванием разрешается уничтожать детонаторы и ДШ, а также ВВ, если есть уверенность в полноте их взрыва. Количество ВМ, допускаемое к уничтожению взрыванием за один прием, и место уничтожения необходимо устанавливать, сообразуясь с местными условиями. Если к месту уничтожения будут доставлены все ВМ, подлежащие уничтожению, и если уничтожение намечено производить по частям, ВМ следует помещать от места взрывания с наветренной стороны за прикрытием и на безопасном расстоянии по передаче детонации. Безопасные расстояния определяют в соответствии с приложением № 9 Единых правил безопасности.

Уничтожение ВМ взрыванием необходимо производить электрическим и в крайнем случае огневым способом. Патронированные ВВ уничтожают пачками. КД и ЭД уничтожают в любой упаковке зарытыми в землю. ОШ необходимо прокладывать к взрываемым ВМ с подветренной стороны. Инициирование уничтожаемых ВВ необходимо производить только при помощи доброкачественных ВВ. ВВ пониженной детонационной способности необходимо взрывать в ямах, закрытых щитами, а боевики располагать сверху. После каждого взрывания лица, производящие уничтожение, должны тщательно осмотреть место взрыва, чтобы убедиться, нет ли невзорванных ВМ.

Уничтожение ВВ сжиганием. Сжиганием разрешается уничтожать только не поддающиеся взрыванию ВМ. Уничтожение КД и сжиганием запрещается. ВВ, а также ОШ и ДШ сжигают на острах, причем на каждом костре разрешается сжигать не более 40 кг. Патроны раскладывают в один ряд сверху костра так, чтобы они не соприкасались между собой — этим обеспечивается лучшее Проникновение пламени. Запрещается сжигать ВМ в их таре. Перед сжиганием каждой партии ВВ необходимо проверить, чтобы в патронах, предназначенных для сжигания, не было детонаторов, ВМ следует сжигать только в сухую погоду.

Количество ВМ, допускаемое для одновременного сжигания, место сжигания и расстояние до ВМ, подвезенных для этого, и до укрытия необходимо устанавливать в соответствии с приложением № 9 Единых правил безопасности, так как при сжигании не исключена возможность взрыва горящих ВВ. Для поджигания костров с подветренной стороны прокладывают ОШ или дорожку длиной не менее 5 м из легко воспламеняющегося материала (стружка, бумага, хворост, солома и т. п.). Поджигание можно производить только после окончания всех подготовительных работ и вывода людей в безопасную зону. После поджигания проводивший зажигание должен немедленно удалиться в укрытие или в безопасную зону. Костер должен быть настолько большим, чтобы в него не приходилось подкладывать горючий материал во время сжигания. К месту сжигания разрешается подходить лишь при полной уверенности, что горение ВВ закончилось. По окончании сжигания необходимо убедиться, что на площадке не осталось несгоревших ВВ. Для этого надо осторожно разрыть золу деревянными лопатами и обнаруженные несгоревшие ВВ собрать и повторно сжечь.

Уничтожение ВВ потоплением и растворением. Неводоустойчивые ВВ можно топить только в открытом море; при этом должны быть приняты меры, устраняющие их всплытие. Растворением в воде разрешается уничтожать только неводоустойчивые аммиачно-селитренные ВВ. Растворение допускают выполнять в бочках или иных сосудах. Лучше всего растворять ВВ в теплой воде (из расчета не менее 15 л воды на 125 кг ВВ). После высыпания нескольких патронов аммонита воду в сосуде перемешивают деревянной мешалкой до полного растворения в ней ВВ, затем высыпают новую порцию аммонита, после чего воду снова перемешивают, и т. д. Полученный раствор необходимо отстоять в течение 30—40 мин, затем отстоявшуюся воду осторожно сливают, а твердый остаток собирают и уничтожают сжиганием.

Освободившаяся тара (ящики) должна быть тщательно очищена от остатков ВВ и возвращена на склад. Непригодные к повторному использованию ящики, мешки, коробки, бумагу и т. п. следует сжигать отдельно от ВМ.

Имели место случаи отправки возвратной тары заводам-изготовителям, в которой обнаруживали КД и ЭД или патроны ВВ. Для Устранения подобных случаев перед возвратом тары из-под ВВ

или СВ следует тщательно проверять каждый ящик и наклеивать внутри него этикетку с указанием наименования предприятия и фамилии проверяющего.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛ. VIII

1. Почему необходимо испытывать ВМ?
2. Каким испытаниям подвергают ВВ и СВ?
3. Как испытывают ВВ на передачу детонации?
4. Где проверяют сопротивления ЭД?
5. Как определяют скорость горения ОШ?
6. В каких случаях производят уничтожение ВМ?
7. Какими методами производят уничтожение различных видов ВВ и СВ?

ГЛАВА IX

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ, ИХ СВОЙСТВА И РАЗРУШЕНИЕ ВЗРЫВОМ

§ 51. Образование и свойства горных пород и угольных пластов

Образование горных пород. Горные породы, составляющие земную кору, в зависимости от происхождения разделяют на три основные группы: изверженные, осадочные и метаморфические. Изверженные породы образовались из поднявшихся в результате вулканической деятельности огненно-жидких масс из глубины земли на ее поверхность. Изверженные породы залегают массами неправильной формы и не имеют слоистости. К таким породам относят базальты, диабазы, андезиты, порфириты, граниты и др.

Осадочные породы образовались в процессе разрушения древних пород и переноса мелких частиц этих пород на новые места. При этом частицы могли быть перенесены водой на дно озер, морей и океанов, где они осаждались в виде слоев или пластов и впоследствии цементировались с различными примесями, находящимися в воде. Осадочные породы (песчаники, известняки, сланцы, каменная соль, глина, пески и др.) залегают в виде пластов различной мощности и чередуются в том порядке, в котором происходило их накопление и образование.

Метаморфические породы образовались из изверженных или осадочных пород вследствие длительного воздействия высоких температур, большого давления и химических процессов, протекающих в определенных горногеологических условиях. К таким породам относят мрамор (образовавшийся из известняка), гнейс (образовавшийся из гранита) и др.

Осадочные породы первоначально отлагались горизонтально, образуя пласты, но в дальнейшем под действием процессов, связанных с остыванием и движением земной коры и горообразованием, часто изгибались, собирались в складки, становились наклонными, а иногда разрывались при образовании больших трещин в земной коре. Основная масса горных пород, как правило, залегает на месте своего образования. Такие породы в отличие от наносных называют коренными породами.

Свойства и классификация горных пород. Для правильного определения параметров буровзрывных работ необходимо знать некоторые свойства и характеристики горных пород. На взрывае-Мость скальных горных пород влияют крепость, вязкость, трещи-

Таблица Ю

Степень крепости	Породы
В высшей степени крепкие породы	Наиболее крепкие, плотные **и** вязкие кварциты и базальты. Исключительные по крепости другие породы
Очень крепкие породы	Очень крепкие гранитовые породы. Кварцевый порфир. Очень крепкий гранит, кремнистый сланец. Менее крепкие, нежели указанные выше, кварциты. Самые крепкие песчаники и известняки
Крепкие породы	Гранит (плотный) и гранитовые породы. Очень крепкие песчаники и известняки. Кварцевые рудные жилы. Крепкий конгломерат. Очень крепкие железные руды
То же	Известняки (крепкие). Некрепкий гранит. Крепкие песчаники. Крепкий мрамор, доломит. Колчеданы
Доволыю крепкие породы	Обыкновенный песчаник. Железные руды
То же	Песчанистые сланцы. Сланцевые песчаники
Средние породы	Крепкий глинистый сланец. Некрепкий песчаник и известняк. Мягкий конгломерат
То же	Разнообразные сланцы (некрепкие). Плотный мергель
Довольно мягкие породы	Мягкий сланец, очень мягкий известняк, мел, каменная соль, гипс. Мерзлый *грунт,* антрацит. Обыкновенный мергель. Разрушенный песчаник, сцементированная галька и хрящ, каменистый грунт
	Щебенистый грунт, разрушенный сланец, слежавшаяся галька и щебень, крепкий каменный уголь, отвердевшая глина
Мягкие *породы*	Глина (плотная). Мягкий каменный уголь. Крепкие наносы, глинистый грунт
То же	Легкая песчанистая глина, лёсс, гравий
Землистые породы	Растительная земля, торф, легкий суглинок, сырой песок
Сыпучие породы	Песок, осыпи, мелкий гравий, насыпная земля, добытый уголь
Плывучие породы	Плывуны, болотистый грунт, разжиженный лёсс и другие разжиженные грунты

Виноватость, хрупкость, а также геологические особенности залега-&ия горных пород и горнотехнические условия ведения взрывных Ц>абот.

Для определения крепости горных пород предложено несколько классификаций, построенных на различных принципах. Например, проф- М- М- Протодьяконов в 1910 г. предложил классификацию крепости горных пород, в основе которой лежит их прочность на раздавливание. Принято, что порода с прочностью на раздавливание 100 кгс/см^2 имеет коэффициент крепости /= 1. Следовательно, порода с прочностью на раздавливание 1000 кгс/см^2 имеет коэффициент крепости /=10*. Таким образом, коэффициент крепости пород показывает, во сколько раз данная порода крепче другой, принятой за единицу. Классификация горных пород проф. М. М. Протодьяконова приведена в табл. 10.

На взрываемость горных пород большое влияние оказывают трещиноватость и слоистость массива. Все породы по трещиноватости принято разделять на малотрещиноватые породы с видимыми открытыми трещинами преимущественно в одном направлении, расположенными друг от друга на расстоянии 0,5—1 м. Трещиноватые — с теми же трещинами, пронизывающими массив в разных направлениях, на расстоянии 0,3—0,5 м друг от друга. Сильно трещиноватые — с хорошо видимыми открытыми трещинами в разных направлениях на расстоянии друг от друга 0,1—0,3 м. Наличие слоев с различной крепостью пород оказывает значительное влияние на их взрываемость. Так, монолитные мелкозернистые породы (песчаники) труднее взрывать, чем слоистые и крупно- и среднезернистые. Обводненность забоев также представляет значительные помехи при ведении взрывных работ. Циркулирующие воды способствуют быстрому увлажнению и даже вымыванию ВВ из шпуровых зарядов. Иногда вода может привести к раздвижке патронов ВВ в шпуре. Все это ухудшает эффективность взрывных работ и увеличивает вероятность неполных взрывов зарядов ВВ.

Горные породы, но которым проводятся стволы вертикальных шахт в Донбассе, в общем могут быть охарактеризованы следующими данными (в % к общей мощности пересекаемых пород):

Наносы	1,4
Глинистые сланцы .	33
Песчанистые сланцы	36,6
Песчаники	26,5
Известняки . . .	1,1
Угли	1,4

Образование, элементы залегания и строение угольных пластов. Ископаемый уголь образовался из огромной массы растительных остатков под влиянием сложных физико-химических процессов,

* Далее в книге принято обозначать коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протодьякоиова буквой ***f***.

продолжающихся в течение многих миллионов лет и превративших их в твердый каменный уголь. Растительные остатки в угле часто заметны даже невооруженным глазом, и среди них встречаются стволы деревьев, корни, ветки, листья. При изучении угля под микроскопом растительное его происхождение тем более неоспоримо; среди основной массы угля отчетливо видны мелкие обломки древесины с хорошо заметной клетчаткой, обрывки листьев, коры, споры, пыльца и семена растений.

Угольные месторождения имеются в различных районах нашей страны. Около 10% всей площади суши СССР является в той или иной степени угленосной. По площади страны распределение угленосных бассейнов и месторождений неравномерное. Распределение запасов угля по наиболее крупным бассейнам СССР (в миллиардах тонн) следующее: Ленский — 2647, Тунгусский— 1745, Канско-Ачинский— 1220, Кузнецкий — 905, Таймырский — 583, Печорский— 344, Донецкий — 240, Иркутский — 98, Карагандинский— 51, Южно-Якутский — 40, Минусинский — 37, Убаганский — 36, Камский — 30, Буреинский — 25, Подмосковный — 24. Запасы угля подсчитаны до глубины 1800 м. Запасы ископаемых углей в СССР, по подсчетам 1956 г., составляют 8670 млрд. т. Мировые запасы в настоящее время оцениваются в 16 500 млрд. т.

Характер залегания угольных пластов обусловливается не только условиями первоначального накопления вещества, но и последующими сдвижениями земной коры. Угольные пласты в период образования залегали более или менее горизонтально, но потом под действием процессов, происходящих в земной коре, как и все осадочные породы, могли изгибаться, собираться в складки и принимать наклонное положение от 0 до 90° и быть опрокинутыми. По углам падения пласты угля принято делить на четыре группы: горизонтальные — 0°, пологие — от 0 до 25°, наклонные — от 25 до 45°, крутые — от 45 до 90°.

При изгибании земной коры пласты угля могли быть разорваны и смещены в разных направлениях. Смещение пласта в горизонтальной плоскости называют сдвигом, в вертикальной — сбросом или взбросом.

Горные породы, среди которых залегают пласты, угля, называют боковыми породами. Боковые породы, залегающие под пластом угля, называют почвой пласта, породы, залегающие выше пласта,— кровлей пласта (рис.30).

Пласт угля имеет три измерения: длину, ширину и толщину (мощность). Протяжение пласта в длину (по горизонтали) называют простиранием, а наклон пласта к горизонтальной плоскости— углом падения пласта.

Пласты угля по мощности разделяют на четыре группы: весьма тонкие — мощностью до 0,5, тонкие — 0,5—1,3 м, средней мощности — 1,3 — 3,5 м и мощные — 3,5 м и выше. Очень тонкие пласты угля (мощностью менее 0,5 м, которые не разрабатывают) называют пропластками. Пропластки, залегаю-

щие недалеко от разрабатываемого пласта угля в кровле, называют спутниками пласта. Непосредственно над пластом угля залегающий слой породы незначительной мощности и крепости, обрушающийся при выемке угля, называют **ложной кровлей**, которая легко обрушается по мере выемки пласта угля.

Например, в Донецком бассейне насчитывается до 300 угольных пластов, из них 100 рабочей мощности, разрабатывается около 65 пластов. Отрабатываемые шахтой пласты мощностью до 0,5 м составляют 6,3%, мощностью 0,51—0,7 м — 31,1%, мощностью 0,71—1,0 м — 40,5%, мощностью 1,01—1,8 — 21,4% и мощностью более 1,8—0,7%. По данным 1970 г., среднединамическая мощность разрабатываемых угольных пластов составляет 1,05 м. Основная добыча угля приходится на пологие пласты (77%), наклонные (8,9%) и крутые (14,1%). Коэффициент крепости угля в Донбассе составляет /=0,6ч-3. Угли зачастую имеют неоднородную структуру, содержат включения пирита, колчедана, кальцита и известняка, прослойки породы различной мощности.

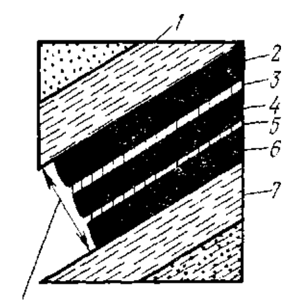


Рис. 30. Пласт угля, кровля и почва:
1 — кровля; 2 — верхняя пачка; 3 — верхний прослоек; 4 — средняя пачка; 5 — нижний прослоек; 6 — нижняя пачка; 7 — почва

В последние годы начали интенсивную разработку углей в Канско-Ачинском и Иркутском бассейнах, а также Экибастузского месторождения в Казахстане. Быстрое включение этих бассейнов и месторождений в сферу разработки обусловлено наличием в них мощных пластов угля, залегающих неглубоко от земной поверхности. Достаточно сказать, что на Экибастузском месторождении мощность угольного пласта достигает 130 м, а в Канско-Ачинском бассейне имеются пласты мощностью 60—80 м. В настоящее время не только по запасам угля, но и по добыче его СССР занимает первое *место в* мире.

Пласты угля могут быть чистыми (однородными), без породных включений или разделены одним или несколькими породными прослойками на отдельные слои или пачки (см. рис. 30). Породные прослойки могут быть различными по мощности (толщине) и крепости. В некоторых пачках или пластах угля могут быть включения мелких прожилков породы различной крепости, сернистого колчедана, серы и др.

Сами угольные пласты в большинстве случаев имеют сложное строение. Часто пласт состоит не из сплошной массы угля, а разДелен плоскостями наслоения на отдельные пачки, которые по своим свойствам могут различаться (например, по крепости, зольности, однородности и др.). В большинстве случаев угольные пласты имеют мелкие, почти незаметные трещины, пронизывающие пласт в определенном направлении, не совпадающие с напластованием.

По этим трещинам уголь легче отделять от общего массива. Эти трещины называют кливажными, а способность угля легко отделяться по кливажным трещинам — кливажем. Многие пласты угля и антрацита сильно спаяны с боковыми породами и их трудно разделить. Некоторые пласты угля имеют очень крепкие пронизанные породными прожилками начки угля, сильно связанные с кровлей пласта и трудно отделяемые от нее. Все эти включения ухудшают взрываемость угля, требуют повышенного удельного расхода ВМ и бурения.

К «Типовым нормам выработки на горные работы для угольных шахт» дано приложение «Единой классификации горных пород по буримости», по которой угли делят на шесть категории: IV — угли весьма мягкие, V — угли мягкие, VI — угли средней крепости с ясно выраженными плоскостями напла-

Таблица Ц

Коэффициент крепости	Ископаемые угли и их характеристика	Объемный вес угля, т/м3	Коэффициент разрыхлении угля
2,2 и более	Очень крепкие антрациты (слитные) без признаков кливажа, весьма крепкие вязкие угли, не имеющие кливажа и слоистости, с включениями крепких породных небольших прослойков, окварцованных прожилков, колчедана и почек	1,4—1,6	1,4—1,55
2,1 —1,8	Крепкие и вязкие антрациты со слабо выраженным кливажем, с крепкими породными включениями; очень крепкие вязкие угли со слабо выраженным кливажем с включением мелких породных прожилков и колчедана	1,4—1,5	1,35—1,5
1,7—1,6	Антрациты средней крепости и крепкие угли с ясно выраженными кливажем и слоистостью, с мелкими породными включениями; очень вязкие крепкие подмосковные бурые угли без признаков кливажа	1,35—1,45	,3—1,45
1,4-1,2	Угли ниже средней крепости, слоистые с ясно выраженным кливажем, без породных прослойков. Подмосковные бурые угли крепкие со слабо выраженным кливажем	1,3—1,4	1,28—1,4
1,1- -1,0	Мягкие угли слоистые с ясно выраженным кливажем. Подмосковные бурые угли средней крепости	1,25—1,4	,25—1,35
0,8- -0,6	Очень мягкие угли с ясно выраженными слоистостью и кливажем. Подмосковные бурые угли ниже средней крепости	1,2—1,35	1,2—13

"ования, VII — угли выше средней крепости, VIII — ⁽ˌцтрациты и другие крепкие угли, IX — антрациты, плотще и весьма крепкие угли.

Ц* Такая очень краткая характеристика углей не отражает действительной крепости углей по их взрываемости, о чем выше было ^сказано. Для приближенных расчетов по определению основных Параметров буровзрывных работ предлагаются более конкретная характеристика и крепость ископаемых углей (табл. 11).

§ 52. Разрушение горных пород взрывом

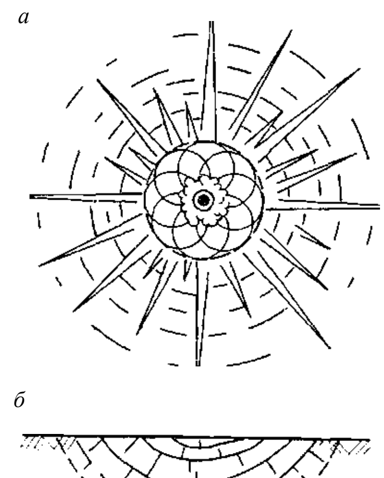
Зарядом называют определенное количество ВВ, подготовленное к взрыву. В зависимости от условий и методов ведения взрывных работ применяемые заряды ВВ классифицируют по форме, построению, способу размещения во взрываемом массиве. По форме заряды разделяют на сосредоточенные и удлиненные. К сосредоточенным относят заряды, у которых отношение ширины к 'высоте составляет не более 1 : 4. Удлиненными называют заряды, длина которых больше четырех диаметров или поперечников. По построению заряды разделяют на сплошные и рассредоточенные. К сплошным (непрерывным) относят заряды, в которых масса ВВ не разделена промежутками на отдельные части или состоящие из нескольких примыкающих друг к другу патронов. Рассредоточенными считают заряды, отдельные части которых разделены воздушными промежутками или какой-либо промежуточной забойкой. В зависимости от способа размещения ВВ во взрываемом массиве заряды разделяют на внутренние и наружные, или накладные. Внутренними называют заряды, помещаемые внутри взрываемого массива (в шпуре, скважине, камере, рукаве или камфлетной полости), к наружным (или накладным) относят заряды, располагаемые на поверхности большой глыбы породы или на другом разрушаемом или перебиваемом объекте.

Повышенные требования к качеству взрывных работ требуют, чтобы мастера-взрывники (взрывники) знали физические основы процесса взрыва и разрушения горных пород взрывом ВВ.

При взрыве сосредоточенного заряда ВВ *шарообразной формы,* расположенного в неограниченном массиве, он практически мгновенно превращается в газообразные продукты с температурой до нескольких тысяч градусов. Давление этих газов ^начальный момент, достигающее десятков и даже сотен тысяч атмосфер, к тому Же возникающее мгновенно, наносит по окружающей породе резкий удар огромной силы, в результате которого в породе возникает ударная или взрывная волна, распространяющаяся во все стороны от места взрыва. Эта волна, более сильная вблизи взорванного заряда, ослабевает по мере удаления от него. Сильная взрывная волна вызывает нарушения связи между частицами по-

роды вокруг взорванного заряда на некотором расстоянии и создает напряженное состояние массива. Одновременно с этим порода под действием взрывных газов перемещается и вокруг заряда образуется шарообразная полость, называемая котловой ил{[камуфлетной полостью. Вокруг котловой полости образуется сферический слой мелкораздробленной и сильно уплотненной породы. По мере потери энергии давление взрывных газов ослабевает и деформация породы сжатием на некотором расстоянии от места взрыва прекращается. Однако все еще большое давление, взрывных газов приводит к возникновению растягивающих усилий. Так как порода в 10—20 раз легче разрушается под действием растягивающих усилий, чем от сжимающих, то под действием высокого давления взрывных газов и перемещающихся сжатых слоев пород происходят разрывы массива, т. е. образуются радиальные трещины, располагающиеся вокруг сферического слоя мелкораздробленной и сильно сжатой породы в виде лучей, более широких на границе сжатого слоя породы, но сужающихся по мере удаления от центра взрыва. На некотором расстоянии от центра взрыва растягивающие усилия становятся недостаточными, чтобы вызывать разрушения породы.

а



б

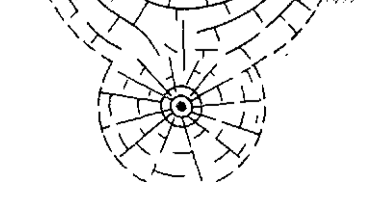


Рис. 31. Распределение трещин в породе Около места взрыва *(а)* н зона дробления породы (б).

В процессе создания взрывной волны, измельчения, вытеснения и уплотнения породы, образования котловой полости и большого количества радиальных трещин взрывные газы значительно расширяются и охлаждаются, давление их резко падает. Поэтому сильно сжата!*упругая порода незначительно смещается обратно в направлении к месту взрыва. Таким образом, вслед за волной сжатия в породе возникает волна растяжения, под действием которой между радиальными трещинами образуются новые кольцевые трещины (рис. 31,а).

Вблизи от взорванного заряда ВВ распространение взрывной волны и движение расширяющихся взрывных газов происходит на некотором расстоянии практически одновременно, но при этом

давление взрывных газов и скорость их расширения постепенно уменьшаются. В это время взрывная волна опережает волну сжатия, уходит за пределы радиуса разрушения и распространяется дальше, на значительные расстояния. При этом она не вызывает нарушений связи между частицами породы, но создает значительные упругие колебания или сотрясения окружающих пород. Таким образом, действие взрыва заряда ВВ в горной породе можно характеризовать зонами: вытеснения, раздавливания и уплотнения, разрывов или трещинообразования и зоной сотрясения.

При взрывных работах практическое значение имеют совокупность действия зон вытеснения, уплотнения и трещинообразования, объединяемых под общим названием зоны разрушения. Радиус разрушения в скальных породах достигает (20-f-23) R_3, $V_3 = Q_3 p$. Здесь R_s — радиус заряда, приведенного к форме шара; V_s — объем заряда; Q_3 — масса заряда, кг; р — плотность ВВ, кг/дм^3.

До сих пор действие взрыва заряда ВВ рассматривалось как расположенного очень далеко *от* открытой поверхности массива породы. По мере приближения заряда к ней, например, если заряд ВВ расположен в массиве породы на глубине от поверхности около двух радиусов разрушения, внутренняя зона разрушения до поверхности породы не дойдет. Однако в слое массива породы, находящейся между внутренним радиусом разрушения и поверхностью массива, могут возникнуть трещины. Эти трещины появляются при достижении поверхности сжатой взрывной волной. При этом в породе возникают напряжения растяжения, которые могут привести к отколу породы поверхности. Объем разрушенной породы состоит из внутренней зоны с радиальными и кольцевыми трещинами и внешней зоны разрушения (рис. 31,6). При этом максимальная глубина заложения заряда, при которой еще возможно разрушение внешнего слоя породы, не должна превышать Двух радиусов внешнего разрушения пород.

Если же сосредоточенный заряд ВВ расположить в массиве породы на глубине меньшей, чем радиус зоны разрушения, то при «го взрыве порода будет не только разрушена, но и приведена s движение и частично выброшена в сторону открытой поверхности. В результате этого в массиве породы образуется круглая конусообразная выемка, которую называют воронкой взрыва. Принято рассматривать воронку взрыва как опрокинутый конус. Воронку взрыва характеризуют отношением ее радиуса г к линии наименьшего сопротивления *W* (рис. 32). Это отношение называют показателем действия взрыва, который можно выразить формулой

(46)

Воронка, у которой $r/W = 1$, называют воронкой нормального выброса (см. рис. 32). При показателе действия

взрыва больше единицы получается воронка усиленного выброса а с показателем действия взрыва меньше единицы — воронка уменьшенного выброса. При показателе действия взрыва в цр$_c$_ делах 0,75—1,0 разрушенная порода выбрасывается в сторону поверхности массива. При п = 0,4-^-0,75 разрушенная порода не выбрасывается.

При взрыве удлиненного заряда в неограниченном массиве образуются гакие же зоны внутреннего разрушения. При этом рл$_3$.

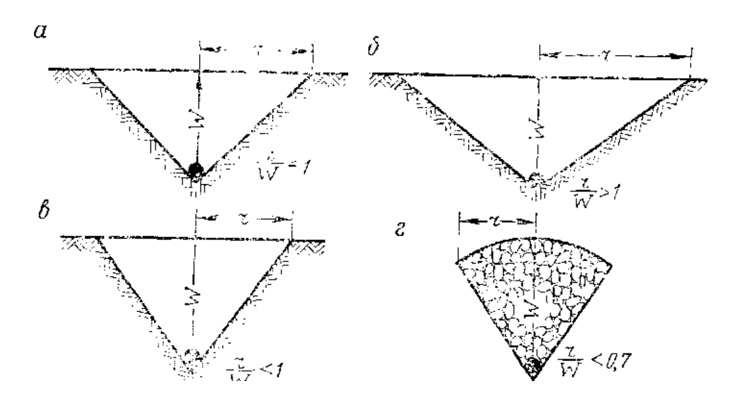


Рис. 32. Воронки взрыва различных зарядов ВВ:
а — нормального выброса; б — усиленнэго выброса; *в* — уменьшенного выброса; *г* — заряда рыхления

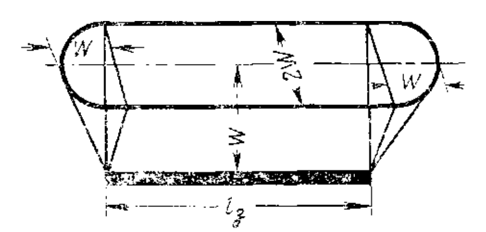


Рис. 33. Воронка взрыва удлиненного заряда.

рушающее действие взрыва удлиненного заряда пропорционально его диаметру и зависит от крепости и вязкости окружающих пород и мощности ВВ.

При взрыве удлиненного заряда, расположенного параллельно открытой поверхности, на расстоянии менее радиуса разрушения породы образуется воронка взрыва удлиненной формы (рис, 33). Объем такой удлиненной воронки нормального выброса

$$V_{\&} = W4_3 + 1{,}05Г^3, \quad м^3,$$

где $/_3$ — длина заряда, м.

Обычно ВВ используют для двух *основных* цепей: для дроблб'ия или рыхления скальных горных пород и для выброса или перемещения масс породы при образовании каналов, выемок или создании дамб, перемычек и др. Во всех случаях необходимо обеспечить максимальное использование энергии взрыва, для чего ВВ должно быть расположено, как правило, внутри массива породы, .Для получения нужного дробления породы необходимо выбрать правильный метод ведения буровзрывных работ в конкретных условиях.

§ 53. Принцип расчета сосредоточенных и удлиненных зарядов

В основе практических расчетов зарядов лежит установленная закономерность о прямой пропорциональности величины заряда объему взрываемой породы или принцип постоянства удельного расхода ВВ. Метод расчета по такому принципу называют также объемным методом расчета заряда.

В расчете сосредоточенных зарядов за основу берут воронку взрыва нормального выброса, объем которой определяют по фор' муле конуса

$$V_K = - \wedge - r\% \quad м^3,$$

где r — радиус основания конуса (или воронки взрыва), м;

h — высота конуса, а в случае воронки взрыва л. и. е., которую принято обозначать буквой W. Следовательно, объем воронки можно определить по формуле

$$1;_B = J L_r W, \quad м^3.$$

Объем воронки нормального выброса, у которой радиус равен высоте, т. е. r — W, будет составлять

$$y = Л_o. \ W W = 4 -_o w * « W^3, \quad M^s.$$

Массу сосредоточенного заряда, необходимого для получения воронки взрыва нормального выброса, можно определить по формуле

$$Q_H = W \backslash, \quad кг,$$

где *q* — нормальный расчетный или удельный расход ВВ, кг/м^3.

В табл. 12 приведены приближенные данные удельного расхода аммонита № 6ЖВ в кг/м^3 для зарядов рыхления и нормального выброса.

При использовании ВВ с другой работоспособностью, чем аммонит № 6ЖВ, значение ц, приведенное в табл. 12, необходимо

Таблица 12

Порода	Группа (категория) грунтов и и пород по СНиП	Коэффи-! циеит крепости	Средняя плотность породы, КГ/м3	Расчетный удельны." расход ВВ, кг/м3 для зарядов рыхления "р	для заря, дов выброса Чв
Песок	3		1500		1,6-1,8
Песок плотный или влажный	1 - П	–	1650	–	1,2—1,3
Суглинок тяжелый	II	–	1750	0,35—0,4	1,2—1,5
Глина ломовая	III	–	1950	0,35—0,45	1,0—1,4
Лёсс	III	–	1950	0,35—0,45	1,0—1 4
Мел, выщелоченный мергель	III—IV IV—V	0.8—1	1850	0,25—0,3	0,9—1,2
Гнпс	IV	1—1,5	2250	0,35—0,45	1,5
Известняк-ракушечник	IV—V	1,5—2	2100	0,35—0,6	1,4—1,8
Опока, мергель	IV—VI	1—1,5	1900	0,3—0,4	1,0—1,3
Туфы трещиноватые, плотные, тяжелая пемза	V	1,5—2	1100	0,35—0,5	1,2—1,5
Конгломерат, брекчии на известковом и глинистом цементе	IV—VI	2,3—3	2200	0,35—0,45	1,1—1,4
Песчаник на глинистом цементе, сланеч глинистый, слюдистый, серицитовый мергель	VI—VII	3—G	2200	0,4—0,5	1,-2—1,6
Доломит, известняк, магнезит, песчаник на известковом цементе	VII—VIII	5—6	2700	0,4—0,5	1,2—1,8
Известняк, песчаник, мрамор	VII—IX	6—8	2800	0,45—0,7	1,2—2,1
Гранит, гранодиорит	VII—X	6—12	2800	0,5—0,7	1,7—2,1
Базальт, диабаз, андезит. габбро	IX—XI	6—8	3000	0,6—0,76	1,7—2.2
Кварцит	X	12—14	3000	0,5—0,6	1,6—1,9
Порфирит	X	16—20	2800	0,7—0,75	2,0—2,2

умножить на переводной коэффициент е = $360/P_x$, где P_x — работоспособность другого ВВ (см^3), или принимать следующим:

Акватол М-I5	0,76	Акватол 65/35	1,1
Граммонал А-8	0,8	Зерногранулит 50/50-В .	1,11
Аммонит скальный № 1	0,81	Гранулит С-2	1,13
Детонит М	0,82	Гранулит М	1,13
Алюмотол	0,83	Игданит	1,13
Акватол МГ	0,92	Зерногранулит 30/70-В .	1,13
Гранулит АС-8	0,89	Зерногранулит 30/70 . .	1,14
Аммонал водоустойчивый	0,91	Акванит 3Л	1,16
Гранулит АС-4	0,98	Гранулотол	1,2
Аммонит № 6 ЖВ . . .	1,0	Тротил прессованный . .	0,8
Зерногранулит 79/21В .	1,0	Тротил порошкообразный	1,15
Динафталит	1,08	Аммиачная селнгра . .	1,5—1,6

Для определения массы сосредоточенного заряда рыхления можно пользоваться формулой

$$Q_p = 0,33<7_{H}r», \quad кг.$$

Заряды выброса рассчитывают по формуле М. М. Борескова, которая является основной при расчете сосредоточенных зарядов выброса при величине *W* до 25 м.

$$Q, = W q J_{n}, \quad кг.$$

В этой формуле за основу берут заряд нормального выброса, который умножают на функцию показателя действия взрыва *f(n),* определяемой по формуле

$$/ \ (п) = 0,4 + 0,6п^{9}.$$

Следовательно, формулу Борескова можно записать **в** виде

$$= \quad „(0,4 + 0,6п^{s}), \quad кг.$$

При величине W более 25 м эта формула дает заниженную массу заряда выброса. Поэтому для расчета зарядов выброса с л. и. с более 25 м М. А. Садовский, Г. И. Покровский и трест Союзвзрывпром предложили поправочный коэффициент ^W/25, с учетом которого формула Борескова принимает следующий вид:

$$Q_B = W^3 q_a \ (0,4 + 0,6п^3) \ YW]2\backslash 5, \quad кг.$$

Для расчета одиночного удлиненного заряда рыхления можнс. пользоваться формулой

$$Q_p = (^1C — LG)P, \quad КГ$$

и для группы сближенных удлиненных зарядов—'формулой

$$Q_P = \qquad кг,$$

где 1_C — глубина скважины, м; $/_3$аб — длина забойки (м), которую принимают (0,25-f-0,35)с?с. где d_c — диаметр скважины, дм; р -» масса ВВ в 1 м скважины, кг; W_v — расчетная линия сопротивления, равная расстоянию от скважины до открытой поверхности взрываемого массива, м; а — расстояние между скважинными зарядами в ряду, определяемое по формулам

$$a = \qquad м \quad или \quad a — mW, \ м,$$

где т — относительное расстояние между скважинами, принимав мое равным 0,8—1,2.

ГЛАВА X

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНЫХ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

§ 54. Общие требования к взрывным работам

Пласты угля, как правило, залегают на некоторой глубине от земной поверхности. До начала добычи угля необходимо провести вертикальные или наклонные стволы шахт и другие подготовительные горные выработки. При строительстве новой шахты до сдачи ее в эксплуатацию проводят десятки километров выработок. При добыче угля подземным способом на эксплуатационных шахтах на каждые 1000 т добычи проходят около 25 м горных выработок, в том числе около 9 м основных выработок. При проведении горных выработок разрушение массива породы, а зачастую и угля производят с помощью взрывных работ. Использование энергии взрыва ВВ поволяет значительно облегчить труд проходчиков и сделать его высокопроизводительным. Процесс бурения шпуров в массиве породы, их заряжания и взрывания зарядов принято называть *буровзрывными* или просто взрывными работами.

К взрывным работам при проведении горных выработок предъявляют определенные требования, которым они должны удовлетворять. Взрывные работы должны обеспечить максимально возможное использование глубины шпуров: точное оконтуривание периметра выработки и минимальные переборы породы за проектным контуром выработки; минимальный разброс отрываемой породы или угля по выработке; равномерное дробление породы, удобное для ее погрузки; сохранность призабойной крепи.

При этом необходимо обеспечить безопасность взрывных работ, особенно в шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли.

Для выполнения этих требований мастера-взрывники совместно с проходчиками под руководством инженерно-технических работников участков и шахт систематически совершенствуют технику и технологию ведения взрывных работ, тщательно отрабатывают параметры буровзрывных работ и составляют их паспорта в соответствии с горногеологическими условиями, а также с требованиями «Единых правил безопасности при взрывных работах».

§ 55. Параметры шпуровых зарядов

При взрывных работах в шахтах (забоях), опасных по взрыву метана или угольной пыли, применяют предохранительные ВВ в патронах диаметром 36—37 мм, в шахтах, не опасных по взрыву

Кетана или угольной пыли, применяют непредохранительные ВВ В патронах диаметром 36—37 мм и 31—32 мм, а для контурного взрывания — 28 мм. При проведении вертикальных стволов шахт в основном применяют ВВ в патронах диаметром 44—45 мм, а в некоторых случаях в патронах диаметром 36—37 мм и в оконтуривающих шпурах — в патронах диаметром 32 мм.

Диаметр шпуров зависит от диаметра патронов ВВ и необходимого зазора между стенкой шпура и патронами ВВ, позволяющего посылать патроны в шпур без усилий. Резцы и коронки при бурении и их заточках изнашиваются, в результате чего уменьшается их диаметр. Поэтому начальный диаметр резцов и коронок применяют несколько большим, чем требуется, и он составляет 41—43 мм для патронов ВВ диаметром 36—37 мм и 51—53 мм для патронов ВВ диаметром 44—45 мм.

Фактический диаметр шпуров, пробуренных в массиве угля, на 5—8 мм больше диаметра применяемых патронов ВВ, шпуров, пробуренных в породных забоях, — на 3—5 мм, а при сильно изношенных резцах и коронках — на 2—3 мм больше применяемого диаметра патронов ВВ. Поэтому запрещается бурение шпуров сильно изношенными коронками и резцами, имеющими меньший диаметр, чем диаметр патронов ВВ, так как нормальное заряжание таких шнуров зачастую невозможно, а иногда сопряжено с необходимостью приложения к заряду (патрону-боевику) значительных усилий, что очень опасно.

Глубина шпуров является основным параметром проходческих работ, определяющим объем основных операций в проходческом цикле и скорость проведения выработки. При выборе глубины шпуров учитывают площадь и форму забоя, свойства взрываемых пород, работоспособность применяемых ВВ, тип бурового оборудования, требуемое подвигание забоя за взрыв и др. Желательно, чтобы продолжительность проходческого цикла составляла смену "или целое число смен, а при многоцикличной работе в смену заканчивалось целое число проходческих циклов.

В практике взрывных работ в забоях ограниченного сечения с одной свободной поверхностью глубина шпуров бывает в пределах 1,5—3 м, но чаще она составляет 1,5—1,8 м в крепких породах, 1,8—2.2 м — в породах средней крепости, 2.2—2,5 м — в слабых породах. При ступенчатых взрывных врубах глубину шпуров иногда увеличивают на 0,5—0,7 м. В табл. 13 приведены средние глубины шпуров, применяемых в породных забоях с одной Открытой поверхностью с учетом крепости пород, площади поперечного сечения забоя при использовании ВВ средней работоспособности.

При взрывании на больших глубинах от земной поверхности, где взрываемые породы со всех сторон сжаты горным давлением, разрушающее действие взрыва значительно уменьшается. Поэтому глубину шпуров с увеличением глубины залегания взрываемых пород приходится уменьшать до 1,5 м. Чем меньше площадь забоя

Таблица 12

Площадь забоя в проходке,	Средняя глубина шпуров в породных забоях в зависимости от коэффициент» крепости пород f по шкале М. М. Протодьяконова, м			
	2—4	5 - 7	8—Ю	11—14
1,5—2	1,6—1,5	1.5—1,4	1.4—1,3	1.3—1,2
2,1—3	1, 8–1, 6	1.6—1,5	1.5—1,4	1.4—1,3
3,1—4	2.0—1,9	1.8—1,7	1.6—1,5	1.5—1,4
4.1—6	2.1—2,0	1.9—1,8	1.7—1,6	1.6—1,5
6, 1–8	2,2—2,1	2.0—1,9	1.8—1,7	1.7—1,6
8, 1–10	2.3—2,2	2.1—2,0	1.9—1,8	1.8—1,7
10, 1–12	2.4—2,3	2,2—2,1	2.0—1,9	1.9—1,8
12,1—14	2.5—2,4	2 3—2,2	2.1—2,0	2.0—1,9
14,1—16	2.6—2,5	2.4—2,3	2,2—2,1	2.1—2,0
16, 1–18	2.7—2,6	2.5—2.4	2.3—2,2	2,2—2,1
18.1—22	2.8—2,7	2.6—2,5	2.4—2,3	2,3—2,2

и крепче взрываемая порода, тем в большем зажиме работают взрывные заряды и тем меньше применяемая глубина шпуров.

При проведении вертикальных стволов шахт при коэффициенте крепости пород f по шкале проф. М. М. Протодьяконова 1,5—3; 4—6; 7—20 рекомендуемая глубина шпуров соответственно 3—2,6; 2,5—2,2 и 2,1 —1,5 м. В последние годы при проведении вертикальных стволов шахт в Донбассе широко применяют шпуры глубиной 3,5—4,5 м, а врубовых — 4,5—5 м.

При проведении выработок по маломощным пластам угля с подрывкой боковых пород глубина по подрывке породы при наличии отхода забоя по углю находится в пределах 1,8—5 м, но чаще применяют шпуры глубиной 2,5—3 м.

Средние глубины шпуров в угольных подготовительных забоях с одной открытой поверхностью с учетом крепости угля и площади поперечного сечения забоя приведены в табл. 14. Однако в угольных забоях на пластах, опасных по взрыву метана или каменноугольной пыли, где на время взрывания по углю необходимо выводить людей со всех выработок с исходящей струен воздуха, необходимо применять максимально возможную глубину шпуров с тем, чтобы сократить число взрываний. Для этого иногда используют вместо вруба скважины большого диаметра (250—350 мм) или ступенчатые врубы и др.

Глубина шпуров при проведении горизонтальных и наклонных горных выработок может ограничиваться из-за слабых легкообрушаемых пород, так как при большом подвигании забоя за взрыв получается большая открытая площадь забоя и слабые породы кровли выработки могут обрушиться во время и после взрывания зарядов.

При очень слабых породах в кровле пласта, где при взрывании по углю порода кровли неизбежно обрушается, предварительную

Таблица 12

Площадь угольного забоя в проходке, м2	Средние глубины шпуров в подготовительных забоях при коэффициенте крепости угля г, м				
	2,2 и более	2,1—1,8	1,7—1,5	1,4—1,2	1,1 и менее
1,5—2	1,3—1,4	1,4—1,5	1,5—1,6	1,6—1,7	1,7—1,8
2,1-3	1,4—1,5	1,5—1,6	1,6—1,7	1,7—1,8	1,8—1,9
3,1—4	1,5—1,6	1,6—1,7	1,7—1,8	1,8—1,9	1,9—2,0
4,1—5	1,6—1,7	1,7—1,8	1,8—1,9	1,9—2,0	2,0—2,1
5,1—6	1,7—1,8	1,8—1,9	1,9—2,0	2,0—2,1	2,1—2,2
6,1-7	1,8—1,9	1,9—2,0	2,0—2,1	2,1—2,2	2,2—2,3
7,1—8	1,9—2,0	2,0—2,1	2,1—2,2	2,2—2,3	2,3—2,4
8,1—9	2,0—2,1	2,1—2,2	2,2—2,3	2,3—2,4	2,4—2,5
9,1—Ю	2,1—2,2	2,2—2,3	2,3—2,4	2,4—2,5	2,5—2,6
10,1—12	2,2—2,3	2,3—2,4	2,4—2,5	2,5—2,6	2.6—2,7
12,1—14	2,3—2,4	2,4—2,5	2,5—2,6	2,6—2,7	2.7—2,8
14,1—16	2,4—2,5	2,5—2,6	2,6—2,7	2,7—2,8	2,8—2 9
16,1—18	2,5—2,6	2,6—2,7	2,7—2,8	2,8—2,9	2,9—3,0
18,1—20	2,6—2,7	2,7—2,3	2,8—2,9	2,9—3,0	3,0—3,1

выемку угля не производят и выработку проводят сплошным забоем. При этом применяют шпуры небольшой глубины, взрывание зарядов по углю и по породе производят одновременно.

§ 56. Показатели, характеризующие эффективность взрывных работ

Эффективность взрывных работ при проведении горных выработок характеризуется следующими показателями: подвиганием забоя за взрыв, коэффициентом использования шпуров (к. и. ш.), обеспечением требуемого оконтуривания выработки без излишних переборов породы за периметром, качеством дробления разрушаемых взрывом пород, минимальными затратами времени и средств на проведение выработки.

Коэффициентом использования шпуров называют отношение использованной глубины шпура к первоначальной его глубине. При взрыве зарядов ВВ в шпурах порода не отрывается на всю глубину шпуров, часть шпура по глубине не используется и остается в массиве породы, которую принято называть стаканом. Для одиночного шпура

$$\text{к.и.ш.} = \frac{l_ш - l_{ст}}{l_ш}, \qquad (14)$$

где $l_ш$ — первоначальная глубина шпура, м; $l_{ст}$ — глубина стакана, м.

Для определения к. и. ш. всего комплекта шпуров необходимо замерить глубину всех шпуров и определить среднюю глубину шпура. После взрыва зарядов нужно замерить глубину всех стаканов и определить среднюю глубину стакана, по которой можно определить среднее значение к. и. ш. Однако в результате взрыва зарядов в шпурах, имеющих разную глубину при ступенчатых врубах, а также в шнурах, пробуренных иод разными углами наклона, некоторая часть стаканов срезается взрывами соседних зарядов, поэтому замерить глубину всех стаканов в забое практически невозможно. Следовательно, для определения среднего значения к. и. ш. лучше пользоваться формулой

$$\text{к.и.ш.} = \frac{\text{Среднее подвигание забоя, м}}{\text{Средняя глубина шпура, м}}. \qquad (15)$$

Если задано подвигание забоя за цикл, среднюю глубину шнура можно определить по формуле

$$l_ш = \frac{\text{Подвигание забоя за цикл, м}}{\text{к.и.ш. средний}}, \text{ м}. \qquad (16)$$

Величина к. и. ш. зависит от крепости, трещиноватости и слоистости взрываемых пород, площади забоя, числа открытых поверхностей во взрываемом массиве, работоспособности ВВ, глубины шпуров, качества забойки шпуров, очередности взрывания зарядоь и других факторов. При правильном определении всех параметров, строгом выполнении технологии ведения взрывных работ величина к. и. ш. должна быть не менее:

Выработка и горные породы	к. и. ш.
Вертикальные стволы шахт	
Песчаники и известняки	0,8 —0,85
Песчанистые сланцы	0,85—0,9
Глинистые сланцы	0,9 —0,95
Квершлаги и полевые штреки	
Песчаники и крепкие известняки	0,75—0,8
Песчанистые сланцы и слабые песчаники	0,8 —0,85
Слабые песчанистые сланцы и крепкие глинистые сланцы	0,85—0,9
Глинистые сланцы	0,9 —0,95
Выработки, проводимые по крепким и вязким углям и антрацитам при площади забоя, м^2:	
менее 5	0,75—0,85
более 5	0,85—0,95
Выработки, проводимые по углям средней крепости и слабым при площади забоя, м^2:	
менее 5	0,8 —0,9
более 5	0,85—0,95
Подрывка породы в смешанных забоях:	
в песчаниках ниже средней крепости	0,8 —0,85
в песчанистых сланцах и слабых песчаниках	0,85—0,9
в глинистых сланцах средней крепости	0,9 —0,95
в глинистых сланцах ниже средней крепости	0,95—0,98

Переборы породы при проведении подготовительных горных выработок с применением взрывных работ и разрушение некоторой части пород за проектным контуром выработки. Проектом устанавливают переборы породы от 3 до 5%. Однако на практике при проведении горных выработок случаются большие переборы породы (8—20%). Это значительно увеличивает трудоемкость работ при погрузке породы, креплении выработок, задалживает транспорт и подъем на выдачу излишней породы. Кроме того, при этом ухудшается устойчивость пород за периметром выработки, в результате чего происходит обрушение породы и травмирование рабочих, увеличивается расход крепежных материалов. Все это приводит к снижению темпов и удорожанию проходческих работ. Величины переборов могут быть уменьшены оптимальным расположением и выбором направления оконтуривающих шпуров в зависимости от крепости и напластования взрываемых пород и правильным определением величин зарядов. На величину перебора кроме того влияют работоспособность применяемых ВВ и диаметр патронов. Для снижения переборов может быть применено контурное взрывание.

Нормальная линия наименьшего сопротивления (л. н. с.) на шпуровые заряды. Под нормальной л. н. с. понимают допустимую толщину массива породы или угля от шпурового заряда до свободной поверхности, сопротивление которой взрыв данного заряда может преодолеть. Правильное определение л. н. с. зарядов имеет большое практическое значение. Слишком большие л. н. с. взрывы зарядов не преодолеют и взорвутся вхолостую, что повлечет холостые взрывы последующих серий зарядов. При холостых взрывах продукты детонации ВВ, не успев охладиться, будут выброшены из шпуров в рудничную атмосферу с более высокой температурой и под большим давлением, что увеличит опасность воспламенения метано- и пылевоздушных смесей. В результате холостых взрывов в массиве породы все же образуются трешины, поэтому повторное бурение, заряжание и взрывание в забоях, опасных по взрыву метана или угольной пыли, является небезопасным, так как трещины могут пересекать заряды ВВ и пламя их взрыва, попав в призабойное пространство выработки, может воспламенить взрывчатую метано- и пылевоздушную смесь.

При слишком заниженных л. н. с. энергия взрыва зарядов используется нерационально: взорванная порода отбрасывается на большие расстояния, может быть повреждена призабойная крепь, увеличены расход ВМ и время на бурение, заряжание и взрывание. Кроме того, в этом случае повышается опасность воспламенения метановоздушной смеси.

При взрывании в забоях с одной открытой поверхностью определение нормальных л. н. с. на заряды является весьма сложным, так как после взрыва каждого предыдущего заряда в массиве породы образуются дополнительные открытые поверхности разнообразной формы и величины. За нормальную л. н. с. следует

Таблица 12

Коэффициент пород f	Нормальные л. н. с. (м) зарядов ВВ в зависимости от работоспособности ВВ, см3			
	250—295	300—345	350—395	400 и более
1 — 1,5	0,76—0,86	0,88—0,96	1,0—1,1	1,15—1,2
1,6—2	0,72—0,8	0,82—0,9	0,92—0,96	1,0—1,1
3—4	0,66—0,7	0,72—0,8	0,82—0,9	0,92—1,0
5—6	0,60—0,65	0,66—0,7	0,72—0,8	0,82—0,9
7—8	0,52—0,58	0,6—0,65	0,66—0,7	0,72—0,8
9-11	0,45—0,5	0,52—0,58	0,6—0,64	0,66—0,7
12—14	0,4—0,44	0,45—0,5	0,52—0,58	0,6—0,64
15—18	0,36—0,4	0,42—0,44	0,45—0,5	0,52—0,6

принимать максимальную (у дна шпура). Приближенные нормальные л. н. с. шпуровых зарядов ВВ с учетом крепости взрываемых пород, работоспособности ВВ в патронах диаметром 36—37 мм приведены в табл. 15. При применении патронов ВВ диаметром 31—32 мм величины нормальных л. н. с. необходимо разделить на коэффициент 1,1, а для патронов ВВ диаметром 44—45 мм необходимо умножить на коэффициент 1,2.

Удельный расход ВВ. При проведении горных выработок число шпуров на всю площадь забоя, а также расход ВВ на 1 м^3 разрушаемой взрывом породы и на заходку зависят от крепости, характера залегания и трещиноватость взрываемых пород, площади забоя, работоспособности ВВ, диаметра патронов, материала и величины забойки, очередности взрывания зарядов ВВ, требуемой точности оконтуривания периметра выработки и степени дробления пород.

Чем больше крепость и вязкость взрываемых горных пород, чем меньше работоспособность ВВ и диаметр патронов, тем больше число шпуров необходимо бурить в забое и больше расходовать ВМ. Чем меньше площадь забоя и глубина шпуров, тем в большем зажиме работают заряды ВВ, тем больше необходимо бурить шпуров на 1 м^2 площади забоя и расходовать ВМ на 1 м° взрываемой породы или угля. Большая трещиноватость или слоистость взрываемых пород ухудшает эффект взрыва зарядов и дробимость породы, а также увеличивает расход ВВ.

Взрыв каждого заряда должен произвести определенную работу по разрушению и отделению от массива некоторого объема породы. При этом требуемое количество ВВ должно быть рассчитано и расположено во взрываемом массиве так, чтобы при наименьших затратах труда и ВМ результаты взрыва были максимальными.

Требуемое количество ВВ на заходку или на цикл определяют по эмпирическим формулам, в основу которых положено произведение, объема породы v, подлежащей разрушению взрывами шпуровых зарядов, на средний удельный расход ВВ (q_x, кг/м^3). Это произведение можно выразить формулой

$$Q=Vq_x, \text{ кг.} \quad \mathbf{(17)}$$

Объем взрываемой породы в массиве

$$V = V m \text{ К.И.Ш., М»,} \quad (18)$$

где Q — требуемое количество ВВ на взорванный объем породы или угля в массиве за цикл, кг; $S_{пр}$ — площадь поперечного сечения забоя в проходке, м^2; $l_ш$ — средняя глубина промежуточных и оконтуривающих шпуров, м; величина к. и. ш. принимается средней для шпуров цикла.

Для приближенных расчетов удельный расход ВВ можно определять по формуле

$$Яx = Ч1 \quad \text{кг/м}^3, \quad (19)$$

где q_1 — удельный расход ВВ (кг/м^3) при взрывании в забое площадью поперечного сечения 10 м^2 при $l_ш$=1,8 м^2 и взрывании ВВ с работоспособностью 280 см^3 в патронах диаметром 36—37 мм. При данных условиях взрывания значение в зависимости от коэффициента крепости взрываемых горных пород f по шкале М. М. Протодьяконова можно принимать:

f . . .	2—3	4—5	6—8	9—11	12—14	15—17	18—20
q_1 . . .	1,6—1,7	1,8—1,9	2,0—2,1	2,2—2,3	2,4—2,5	2,6—2,7	2,8—3,0

К. — коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода ВВ **в** зависимости от площади забоя, значение которого можно принимать

$S_{пр}$, м^2 . . . ,	1,5 —1,9	2—3	3,5 —4,5	5—7
К,'.	1,6—1,5	1,4—1,3	1,25—1,2	1,15—1,1
$S_{пр}$, м^2. . . .	7,5—9,5	10—12	13-16	17—22
К, ...	1,05—1,02	1—0,98	0,96—0,94	0,92—0,9

Ki — коэффициент, учитывающий изменение величины qi в зависимости от глубины шпуров, можно принимать по табл. 16;

— коэффициент, учитывающий изменение величины qi в зависимости от диаметров патронов ВВ:

Диаметр патронов, мм .	28	32	36	40	45
Лд	1,1	1,04	1,0	0,96	0,9

^{e} — коэффициент, учитывающий изменение величины в зависимости от работоспособности ВВ, значение которого можно принимать по табл. 17.

Таблица 1͡2

Коэффициент крепости пород	Величина коэффициента K^ в зависимости от площади забоя (в проходке), ма											
	5—8	9—12	13—18	5—8	9—12	13—18	5—8	9—12	'3—18	5-8	9-12	13-и
	Глубнна шпуров, м											
	2,0—2,3			2,4—2,7			2,8-3,1			3,2—3,5		
1,5—2	1,05			1,10	1,05		1,15	1,10	1,05	1,20	1,15	1,10
3—4	1,10	1,05	–	1,15	1,10	,05	1,20	1,15	1,10	1,25	1,20	1,15
5—6	1,15	1,10	1,05	1,20	1,15	,10	1,15	1,20	1,15	1,30	1,25	1,20
7—8	1,20	1,15	1,10	1,25	1,20	,15	1,30	1,25	1,20	1,35	1,30	1,25
9—11	1,25	1,20	1,15	1,30	1,25	,20	1,35	1,30	1,25	1,40	1,35	1.30
12—16	1,30	1,25	1,20	1,35	1,30	,25	1,40	1,35	1,30	1,45	1,40	1,35

Таблица >?

ВВ	Фактическая работоспособность ВВ, см3	Переводный коэффициент по работоспособности	Теплота взрыва ВВ, чкал/кг	Переводный коэффициент по теплоте взрыва
Аммонит № 6ЖВ	360—380	0,74	1030	0,79
Аммонал водоустойчивый .	410—430	0,66	1180	0,69
Аммонит скальный № 1ЖВ	450—480	0,59	1292	0,63
Аммонал скальный № 3ЖВ	450—470	0,61	1360	0,61
Динафталит № 1	320—340	0,82	975	0.83
Детонит М	460—500	0,6	1382	0.62
Аммонит ПЖВ-20	265—280	1,0	813	1,0
Аммонит АП-5ЖВ	320—330	0,85	907	0,9
Победит ВП-4	320—340	0,83	92.3	0,88
Аммонит Т-19	270—280	1,0	815	0,99
Угленит Э-6	130—170	1,83	640	1,3
Угленит № 5	60—90	3,5	311	3,45

Зная удельный расход ВВ на взорванный объем породы (угля) и средний к. и. ш., можно определить удельный расход ВВ на обуренный объем породы по формуле

$$= \text{к.и.ш., кг/м}^3. \quad (20)$$

Для облегчения расчетов в табл. 18 приведены приближенные величины удельного расхода ВВ для взрывания в угольных забоях при проведении подготовительных выработок с одной свободной поверхностью при взрывании ВВ с работоспособностью 280 см³ в патронах диаметром 36 и 32 мм.

В табл. 19 приведены величины удельного расхода ВВ для взрывания в забоях подготовительных выработок, проводимых по породе (квершлагов, полевых штреков и др.) с одной открытой поверхностью, при глубине шпуров 1,5-Ы,9 м, взрывании ВВ с работоспособностью 280 см³. При других условиях взрывания в удельный расход ВВ, приведенный в табл. 16 и 17, необходимо вносись поправки с учетом коэффициентов *Ki, Kя, C.*

Таблица 1 2

	лощадь угольного К забоя в fПроходке,	Удельный расход ВВ в зависимости от коэффициента коелостн угля /, кг/м3				
		2,2 и более	2,1—1„	**1,7—1,5**	**1,4—1,2**	1,1—1,0
&	1,5-2	1,45- -1,35	1,3- -1,25	1.2- -1,15	1,1- -1,05	1,0—0,95
Ж	2,1-1,9	1,23- -1,25	1,2- -1,15	1,1- -1,05	1,0- -0,95	0,9—0,85
f.	3,0-4,0	1,25- -1,2	1,15- -1,1	1,05- -1,0	0,95- -0,9	0,85—0,8
^	41—5	1,2- -1,15	1,1- -1,05	1,0- -0,95	0,9- -0,85	0,8—0,75
-И	5,1—7	1,15- -1,1	1,05- -1,0	0,95- -0,9	0,85- -0,8	0,75—0,7
	7,1-9	1,1- -1,05	1,0- -0,95	0,90- -0,85	0,8- -0,75	0,7—0,65
%	9,1-И	1,05- -1,0	0,95- -0,9	0,85- -0,8	0,75- -0,7	0,65—0,6
	11,1-Н	1,0- •0,95	0,9- -0,85	0,8- -0,75	0,7- -0,65	0,6—0,55
	14,1-17	0,95- -0,9	0,85- -0,8	0,75- -0,7	0,65- -0,6	0,55—0,5
	17,1—22	0,50- -0,85	0,8- -0,85	0,7- -0,65	0,6- -0,55	0,5—0,45

Таблица 19

породного забоя в проходке, м2	УдельннИ расход ВВ в зависимости от коэффициента крепости п ород f, кг/**м3**					
	2--3	**4—5**	**6 - 8**	**9—н**	**12--14**	**15- 17**	**18-20**
1,5	2,9--3,0	3,1—3,2	3,3--3,4	3,5--3,6	3,8--3,8	3,9--4,0	4,1—4,3
2	2,7--2,8	2,9—3,0	3,1--3,2	3,3--3,4	3,5--3,6	3,7--3,8	3,9—4,1
2,5	2,5--2,6	2,7—2,8	2,9--3,0	3.1—-3,2	3,3--3,4	3,5--3,6	3,7—3,8
3	2,3--2,4	2,5—2,6	2,7--2.8	2,9--3,0	3,1--3,2	3,3--3,2	3,5—3,7
4	2,1--2,2	2,3—2,4	2,5--2,6	2,7--2,8	2,9--3,0	3,1--3,2	3,3—3,5
5	2,0--2,1	2,2—2,3	2,4- 2,5	2,6--2,7	2,8--2,9	3,0--3,1	3,2—3,4
6	1,9--2,0	2,1—2,2	2.3--2 4	2,5--2,6	2,7--2,8	2.9--3,0	3,1—3,3
7	1,85--1,9	2,0—2,1	2,2--2^3	2,4--2,5	2,6—2,7	2,8--2,9	3,0—3,2
8	1,8--1,85	1,95—2,0	2,1--2,2	2,3--2,4	2,5--2,6	2,7--2,8	2,9—3,1
9	1,75--1,8	1,9—1,95	2,05--2,1	2,2--2,3	2,4--2,5	2,6--2,7	2,8—3,0
10	1,7--1,75	1,85—1,9	2,0--2,05	2.15—-2,2	2,3--2,4	2,5--2,6	2,7—2,9
11	1,65--1,7	1,8—1,85	1,95--2,0	2,1--2,15	2,25--2,3	2,4--2,5	2,6—2,8
12	1,6--1,65	1,75—1,8	1,9--1,95	2,05--2,1	2,2--2,25	2,35--2,4	2,5—2,7
13	1,55--1,6	1,7—1,75	1,85--1,9	2.0--2,05	2,15--2,2	2,3--2,35	2,45—2,65
14	1,5--1,55	1,65—1,7	1,8—-1,85	1,95--2,0	2,1--2,15	2,25--2,3	2,4—2,6
15	1,45--1,5	1,6—1,65	1,75--1,8	1,9--1,95	2,05--2,1	2,2--2,25	2,35—2,55
16	1,4--1,45	1,55—1,6	1,7--1,75	1,85--1,9	2,0--2,05	2,15--2,2	2,3—2,5
17	1,35—-1,4	1,5—1,55	1,65--1,7	1,8—-1,85	1,95--2,0	2,1--2,15	2,25—2,45
18	1,3--1,35	1,45—1,5	1,6--1,65	1,75--1,8	1,9--1,95	2,05--2,1	2,2—2,4
19	1,25--1,3	1,4—1,45	1,55—-1,6	1,7--1,75	1,85--1,9	2,0--2,05	2,15—2,35
20	1,2--1,25	1,35—1,4	1,5--1.55	1,65--1,7	1,9--1,85	1,95--2,0	2,1—2,3
21	1,15--1,2	1,3—1,35	1,45—-1,5	1,6--1.65	1,75--1,8	1,9--1,95	2,05—2,25
22	1,1--1,15	1,25—1,3	1,4--1,45	1,55--1,6	1,7--1,75	1,85--1,9	2,0—2,2

Величины удельных расходов ВВ для взрывания породы при проведении вертикальных стволов шахт приведены в табл. 20, В качестве ВВ принят скальный аммонит № 1 прессованный в патронах диаметром 44—45 мм. При взрывании скальным аммонитом

Табли Ца 20

•твола шахты в проходке, м2	Удельный расход ВВ в зависимости от коэффициента крепости пород *I*, кг/м3						
	2-3	4-5	6-8	9-11	12—14	15—17	18-20
18—22	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
23—27	1,16	1,36	1,56	1,76	1,96	2,16	2,36
28—32	1,12	1,32	1,52	1,72	1,92	2,12	2,32
33—37	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
38—42	1,08	1,23	1,48	1,68	1,88	2,08	2,28
43—47	1,06	1,26	1,46	1,66	1,86	2,06	2,26
48—52	1,04	1,24	1,44	1,64	1,84	2,04	2,24
53—57	1,02	1,22	1,42	1,62	1,82	2,02	2,22
58—62	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
63—67	0,98	1,18	1,38	1,58	1,78	1,98	2,18
68—72	0,96	1,16	1,36	1,56	1,76	1,96	2,16
73—77	0,94	1,14	1,34	1,54	1,74	1,94	2,14

№ 1, прессованным в патронах диаметром 36—37 мм, удельный расход, приведенный в табл. 20, необходимо умножить на коэффициент 1,1. Глубина шпуров принята 1,5-^2,3 м. При глубине шпуров 2,5 м и более удельный расход ВВ, приведенный в табл. 20, необходимо увеличить на коэффициент Ki, значение которого можно принимать:

Глубина шпуров, м . .	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Ki	.1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35

Увеличение расхода ВВ с увеличением глубины шпуров подтверждается практикой ведения взрывных работ при проведении вертикальных стволов шахт в Донбассе, Например, при скоростном проведении вертикального ствола шахты № 17-17-бис, где применялись шпуры глубиной 4,5 и 5 м, удельный расход ВВ в первом случае составлял 1,8 кг/м^3 для сланцев и 2 кг/м^3 для песчаников, а во втором — соответственно 2 и 2,2 кг/м^3.

Для взрывания породы в смешанных забоях с предварительной отбойкой или механизированной выемкой угля удельный расход ВВ с работоспособностью 280 см^3 в патронах диаметром 36 и 32 мм в зависимости от коэффициента крепости породы *f* по .VI, М. Протодьяконову можно принимать:

> . . .	2—3	4—5	6—7	8—9	10—12	13—15	16—18
9a . . •	0,5—0,6	0,7—0,8	0,9—1,0	1,1—1,6	1,4—1,6	1,7—1,9	2,0—2,2

При большей или меньшей работоспособности ВВ удельный расход необходимо умножить на переводный коэффициент (см. табл. 17),

Для взрывания в забоях с одной открытой поверхностью удельный расход ВВ можно определять также по формуле проф. М. М. Протодьяконова

$$9 = 1,1 \qquad sk \quad КГ/М^3, \qquad (21)$$

гд6 р — работоспособность применяемых ВВ, см^3; $S_{пр}$ — площадь забоя в проходке, м^2; / — коэффициент крепости пород.

Удельный расход ВВ для аналогичных условий можно также определять по формуле

$$q = [1{,}22 + 0{,}125/—0{,}01S_{пр}\ (0{,}25/4\text{-}2)]\ e, \quad кг/м^3, \tag{22}$$

где е— переводной коэффициент работоспособности ВВ.

При проведении опытных взрываний для установления рациональных параметров взрывных работ фактический удельный расход

$$Ф \quad кг/м®. \tag{23}$$

Расход ВВ на 1 м подвигания забоя за цикл

$$q_м = A_{под} \quad кг/м. \tag{24}$$

Расход ЭД или КД на 1 м^3 взорванного объема породы или угля

$$— Л^*. \quad 'Ф \tag{25}$$

а на 1 м подвигания забоя за цикл —

$$q_{дм} \quad 'под \tag{26}$$

где $Q_ф$ — фактический удельный расход ВВ, кг/м^3; $V_ф$ — фактический объем взорванной породы, м^3; $l_{под}$ — подвигание забоя за цикл, м; /Уф — фактический расход ЭД или КД за цикл.

Величины заряда на шпур обычно устанавливают опытным путем в конкретных условиях. Приближенно величину одиночного шпурового заряда определяют по формуле

$$Q_ш = l_ш \Upsilon \rho S_п. \quad г, \tag{27}$$

где $l_ш$—глубина шпура, см; р—плотность ВВ в патроне, г/см^3 (см. табл. 4, 5 и 6); $S_п$ — площадь поперечного сечения патрона (см^2)$_3$ величину которой определяют по формуле площади круга $S_п$=i =0,785d„. В зависимости от диаметра патронов $d_п$ величина $S_п$ составит

$d_п$, см	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5
$S_п$, см^2	6,2	8,0	10,2	12,6	15,9

Y —коэффициент отношения длины заряда к общей глубине шпура, значение которого зависит от крепости породы, работоспособности ВВ и диаметра патронов.

При взрывании в породных забоях ВВ с работоспособностью 280 $см^3$ значение у в зависимости от коэффициента крепости пород / можно принимать

I.	2—3	4—5	6—8	9—11
при d_n=36 мм	0,35—0,37	0.38—0,41	0,42—0,46	0,47—0 51
при d_u— 36 мм	0,45—0,47	0,48—0,51	0,52—0,56	0,57—0,6)
f	12—14	15—17	18—20	
при £?Ц=36 ММ	0,52—0,56	0,57—0,61	0,62—0,66	
при d_a = 36 мм	0,62—0,66	0,67—0,71	0,72—0,76	

При взрывании породы в забоях вертикальных стволов шахт скальным аммонитом № 1 (прессованным) значение v в зависимости от крепости пород *f* можно принимать

t.	2 - 4	5—7	8—10	11—14	15—20
Величина ***у:***					
при d_n=45 мм	0,32—0,38	0,4 —0,45	0,46—0,5	0,51—0,55	0,56—0,62
при £?п=36 мм	0,40—0,47	0,49—0,55	0,57—0,61	0,62—0,66	0,67—0,76

При взрывании угля ВВ с работоспособностью 260—280 см' значение коэффициента у в зависимости от крепости угля можно принимать

t.	0,6—1,1	1,2—1,4	1,5—1,7	1,8—2,0	2,1 и более
Величина ***у:***					
при 36 мм	0,3—0,34	0,35—0,38	0,39—0,42	0,43—0,46	0,47—0,5
при *d_n—32* мм	0,36—0,43	0,44—0,48	0,49—0,52	0,53—0,56	0,57—0,6

При взрывании в угольных забоях ВВ пониженной работоспособности величину у необходимо умножить на коэффициент K_v, который при работоспособности ВВ 130—150; 160—190 и 200—250 $см^3$ принимается соответственно 1,4—1,3; 1,25—1,15 и 1,1 —1,05.

Если известны общая потребность ВВ на цикл Q и число шпуров на забой N_s, то средний заряд на шпур можно определить по формуле

$$Q_a = (Q:N_s)K_a, \quad кг, \tag{28}$$

где /Сз — коэффициент, зависящий от условий работы заряда, значение которого можно принимать для врубовых шпуров 1,2-1-1,25, для нижних угловых шпуров 1,1-И, 15, для нижних средних шпуров 1,05 и для остальных шпуров 0,8—0,9.

При ступенчатых врубах величины зарядов в глубоких врубовых шпурах необходимо уменьшать с таким расчетом, чтобы взрывы зарядов в коротких врубовых шпурах преждевременно не открывали заряды в соседних врубовых шпурах.

§ 57. Определение числа шпуров на забой

От числа шпуров в забое проводимой выработки зависят эффективность взрывания и трудоемкость взрывных работ. Поэтому при установлении наивыгоднейшего числа шпуров в забое необ-

димо учитывать физико-механические свойства взрываемых по-д, площадь забоя, работоспособность ВВ, диаметр патронов *другие величины.

Обычно число шпуров на забой устанавливают опытными взрывами в конкретных условиях, определяют по эмпирическим формулам или принимают по таблицам, составленным по практическим данным. Более прост и надежен способ определения числа "^шпуров на забой, основанный на делении общего количества ВВ "^•одного цикла на среднюю массу заряда одного шпура,

К



$$N_в = \frac{Q}{Q_ш}$$

„^ Зная площадь забоя в проходке и число шпуров *n,* приходившихся на 1 м^2 площади забоя при взрывании в аналогичных условиях, можно приближенно определить общее число шпуров на всю площадь забоя

$$N_s = S_{пр} n. \qquad (30)$$

В табл. 21 приведено общее число шпуров на всю площадь забоя при проведении выработок по углю сплошным забоем с одной открытой поверхностью, при взрывании ВВ с работоспособностью 280—360 см^3 в патронах диаметром 36 и 32 мм (число шпуров дано без учета коротких врубовых шпуров при применении ступенчатых прямых врубов).

Таблица 21

того забоя » проходке, м2	Число шпуров в зависимости от коэффициента крепости угля f				
	0 ,6-0,8	1,0-1,3	1,4-1,7	1,8-2,1	2,2 н более
1,5—1,9	6—7	8—9	9—10	10—п	11—12
2—2,4	7—8	9—10	10—11	11—12	12—13
2,5—3	8—9	10—11	П—12	12—13	13—14
3,1—4	10—11	12—13	13—14	14—15	15—16
4,1—5	12—13	14—15	15—16	16—17	17—18
5,1—6	14—15	16—17	17—18	18—19	19—20
6,1—7	16-17	18—19	19—20	20—21	21—22
7,1—8	18—19	20—21	21—22	22—23	23—24
8,1—9	20—21	22—23	23—24	24—25	25—26
9,1—10	22—23	24—25	25—26	26—27	27—28
10,1—11	24—25	26—27	27—28	28—29	29—30
11,1—12	26—27	28—29	29—30	30—31	31—32
12,1-13	28—29	30—31	31—32	32—33	33—34
13,1—14	30—31	32—33	33—34	34—35	35—36
14,1-15	32—33	34—35	35—36	36—37	37—38
15,1—16	34—35	36—37	37—38	38—39	39—40
16,1—17	36—37	38—39	39—40	40—41	41—42
17,1—19	38—39	40—41	41—42	42-43	43—44

Таблица 12

Число нзпуров в зависимости от крепости пород f

забоя в проходке, м-	2—3	4—5	6-8	9-11	12—14	15-17	18—20
!,5	8—9	9—10	11—12	13—14	15—16	16—17	17-18
2,0	9—0	11—12	13—14	15—16	17-18	19-20	21-22
2,5	11—12	13—14	15—16	17—18	19—20	21—22	23-24
3	13—14	15—16	17—18	19—20	21—22	23—24	25-26
4	15—16	17—!8	19—20	21—22	23—24	25—26	27-28
O	17—18	19—20	21—22	23—24	25—26	27—28	29-30
6	,19—20	21—22	23—24	25—26	27—28	29—30	31—32
7	21—22	23—24	25—20	27—28	29—30	31—32	33—34
8	23—24	25—26	27—28	29—30	31—32	33—34	34—35
9	25—26	27—28	29—30	31—32	33—34	35—36	37—38
10	27—23	29—30	з;—32	33—34	35—36	37—38	39—40
11	29—30	31—32	33—34	35—30	37—38	39—40	41—42
12	3i—32	33—34	35—36	37—33	38—40	41—42	43—44
13	33—34	35—36	37—38	39—70	41—42	43—44	45—46
14	35—36	37—38	30—40	41—42	43—44	45—46	47—48
15	37—38	39—40	41—42	43—44	45—46	47—48	49—50
!6	39—40	41—42	43—4 ?	45—46	47—48	49—50	51—52
17	41—42	43—44	45—46	47— 18	49—50	51—52	53-54
18	43—44	45—46	47—48	49—50	51—52	53—54	55—56
19	45—46	47—48	49—50	51-52	53—54	55—56	57—58
20	47—48	4S—50	51—52	53—54	55—56	57-58	59—60
21	49—50	5!—52	5.1—54	55—56	57—58	59—60	61—62
22	51—52	53—34	55—5G	57—58	59—60	61—62	63—64
23	53—54	55—56	57—5S	59—60	61—62	63—64	65—66
24	55—56	5"—58	59—60	01—62	63—64	65—66	67—68

В табл. 22 приведено число шпуров на всю площадь забоя при проведении выработок по породе с одной открытой поверхностью, при взрывании ВВ с работоспособностью 280—340 $см^3$ в патронах диаметром 36—32 мм (без учета коротких врубовых шпуров при ступенчатых врубах). В случае применения ВВ с большей работоспособностью число шпуров, приведенное в табл. 21 и 22, необходимо уменьшить, т. е. разделять на коэффициент *Ke,* значение которого можно принимать

Работоспособность ВВ, $см^3$ . .	360—390	400—440	450 и более
K_r	.1,05—1,1	1,15—1,2	1,25—1,3

Число шнуров, приходящихся на 1 $м^2$ площади забоя ствола шахты, при взрывании скальным аммонитом № 1, прессованным в патронах диаметром 44—45 мм, приведено в табл. 23. Если используется этот же аммонит в патронах диаметром 36—37 мм, число шпуров, приведенное в табл. 21, необходимо умножить на коэффициент 1,1.

Число шпуров на площадь подрывной породы в смешанных забоях, при предварительной отбойке или механизированной выем-

Таблица 23

Число шпуров в зависимости от коэффициента крепости пород

0--3	4--5	6-8	9—11	12-14	i5—17	18-20
1,26--1,3	1,32--1,36	1,38—1,42	1,14—1,48	1,5—1,54	1,56—1,6	1,62—1,66
1,2--1,24	1,26--1,3	1,32—1,36	1,38—1,42	1,44—1,48	1,5—1,54	1,56-1,6
1,14--1,18	1,2--1,24	1,26—1,3	1,32—1,36	1,38—1,42	1,44—1,48	1,5-1,54
1.1--1,14	1,16--1,2	1,22—1,26	1,28—1,32	1,34—1,38	1,4—1,44	1,46—-1,5
1,06--1,1	1,12--1,16	1,18—1.22	1,24—1,28	1,3-1,34	1,36—1,4	1,42--1,46
1,04--1,06	1,1--1,12	1,i6—1,18	1,22—1,24	1,28—1,32	1,34—1,36	1,4—-1,42
1.02--1,04	1,08--1,1	1,14—1,16	1,2—1,22	1,26—1,3	1,32—1,34	1,38--1,4
1,0--1,02	1,06--1,08	1,12—1,14	1,18—1,2	1,24-1,28	1,3-1,32	1,36--1,38
0.98--1,0	1,04--1,06	1,1—1,12	1,16—1,18	1,22—1.26	1,28-1,3	1,34—-1,36
0,96--0,98	1,02--1,04	1,08—1.1	1.14—1,16	1,2—1,24	1,26—1,28	1,32--1,34
0,94--0,96	1,0--1,02	1,06—1,08	1,12—1.14	1,18-1,22	1,24-1,28	1,3—-1,32
0,92--0,94	0,98--1,0	1,04—1,06	1,1—1,12	1,16—1,2	1,22—1,24	1,28—1,3

Таблица 24

Площадь забоя подрываемой породы в проходке, м2	Число шпуров в зависимости от коэффициента крепости пород					
	1,5—3	4-6	7—9	10—12	13—15	16-18
1,5	2-3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8
2	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9
3	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10
4	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11
5	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
6	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—13
7	8—9	9—10	10—11	11—12	12—13	13—14
8	10—11	11—12	12-13	13—14	14—15	15—16
9	12—13	13—14	14—15	15—16	16—17	17—18
10	14—15	15—16	16—17	17—18	18—19	19—20
И	16—17	17—18	18—19	19—20	20—21	21—22
12	18—19	19—20	20—21	21—22	22—23	23—24
13	20—21	21—22	22—23	23—24	24—25	25—26
14	22—23	23—24	24—25	25—26	26—27	27—28
15	24—25	25—26	26—27	27—28	28—29	29—30
16	26—27	27—28	28—29	29—30	30—31	31—32
17	28—29	29—30	30—31	31—32	32—33	33—34
18	30—31	31—32	32—33	33—34	34—35	35—36
19	32—33	33—34	34—35	35—36	36—37	37—38
20	34—35	35—36	36—37	37—38	38—39	39—40

ке угля можно принимать по табл. 24, а также по формуле М. М. Исиченко

$$дг \; \frac{9п\,(5_0бщ — 2,5т)}{0,3 \cdot f\, 0,05f} \qquad /оц$$

ftY"

|е q_n — удельный расход ВВ, кг/м^3; $S_{общ}$ — общая площадь забоя Рпластом *угля,* м^2; *т* — мощность пласта угля (вынимаемая), м.

1' Для взрывания в породных забоях с одной открытой поверхйюстью приближенное число шпуров можно также определять по |0рмуле, предложенной М. А. Магойченковым,

$$N_s\text{-}\hat{}S_{пр}qK_nK_n, \qquad (32)$$

j-де $S_{пр}$ — площадь забоя в проходке, м^2; *q* — удельный расход ВВ. Жначение которого для забоев проводимых горизонтальных и наклонных выработок дано в табл. 19, для забоев вертикальных стволов" шахт — в табл. 20; Кп — поправочный коэффициент, зависящий Дот крепости пород и площади забоя $S_{пр}$; его значения для горизонтальных и наклонных выработок, а также для забоев вертикальных шахтных стволов приведены в табл. 25; $К_я$ — коэффициент, значение которого дано в обозначениях к формуле (19).

X Приведенные выше формулы и таблицы позволяют определять кудельный и общий расход ВВ, а также число шпуров. После составления предварительной схемы расположения шпуров проводя! несколько опытных взрывов и при необходимости вносят изменения в число шпуров, их расположение и в величины зарядов. После отработки рациональной схемы расположения шпуров, величины зарядов и очередности их взрывания эти параметры вносят в паспорт буровзрывных работ, который утверждает главный инженер шахты, шахтоуправления. При изменении условий взрывания (крепости породы, -площади забоя и т. п.) необходимо своевременно вносить соответствующие поправки в паспорт буровзрывных работ.

§ 58. Общие положения о расположении шпуров в забоях подготовительных выработок

При составлении схемы расположения шпуров необходимо учитывать характеристику взрываемых горных пород, размеры забоя, работоспособность применяемых ВВ и требуемое подвигание забоя на взрывной цикл. Схему расположения врубовых, промежуточных и оконтуривающих шпуров выбирают с учетом их фактических параметров. В результате взрыва зарядов ВВ врубовых шпуров в массиве породы или угля образуется выемка, которую называют **взрывным врубом**. Создание взрывного вруба значительно облегчает работу взрыва зарядов промежуточных и оконтуривающих шпуров, которые работают при наличии в забое уже двух открытых поверхностей, т. е. в более легких условиях, чем работают заряды врубовых шпуров (при наличии в забое только одной открытой поверхности). Поэтому выбору схемы расположения врубовых шпуров, определяющих работу зарядов промежуточных н оконтуривающих шпуров, уделяется много внимания.

Поскольку плоскость забоя практически не бывает ровной то фактическая глубина шпуров может быть неодинаковой. Но независимо от угла наклона шпуры должны заканчиваться ц_а одинаковой глубине в массиве породы или угля. Лишь врубовые шпуры пробуривают в массив породы глубже промежуточных и оконтуривающих шпуров на 15—25 см.

Различают также боковые (правые и левые), верхние, нижние и угловые шпуры. Шпуры могут быть пробурены перпендикулярно к плоскости забоя, т. е. под углом 90°, а также наклонно под углом к плоскости забоя, в горизонтальном или вертикальном направлениях. Чтобы определить возможную глубину промежуточных и оконтуривающих шпуров, необходимо знать проекционную глубину заложения наклонных врубовых шпуров

'np^mSinoc, м, (33)

где 1т — глубина наклонного шпура, м; sin a — синус угла между плоскостью забоя и шпуром.

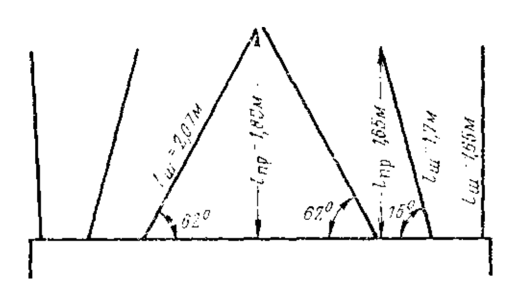


Рис. 34. Проекционная глубина заложения шпуров в зависимости от глубины шпура и угла наклона к плоскости забоя

Например, для шпура, пробуренного под углом 62° на глубину 2,07 м, sina=0,883, тогда проекционная глубина заложения шпура составит (рис. 34) /др=2,07-0,883 = 1,83 м.

При взрыве зарядов во врубовых шпурах почти всегда остаются стаканы, поэтому глубину их заложения принимают на 20—25 см больше проекционной глубины заложения промежуточных и оконтуривающих шпуров. В связи с этим образуются большие стаканы в промежуточных и оконтуривающих шпурах, уменьшается подвигание забоя за взрывной цикл, увеличивается расход ВМ и времени на бурение шпуров.

§ 59. Расположение врубовых шпуров и условия их применения

При проведении горных выработок сплошным забоем применяют врубы различных типов. Выбор типа вруба зависит от крепости горных пород, характера их напластования, трещиноватости и сплошности, от размеров и формы забоя, от работоспособности ВВ, диаметра патронов. При наличии в забое неоднородных прослоев породы врубовые шпуры целесообразно располагать в слоях менее крепкой породы. Целесообразно врубовые шпуры распола-

гать в нижней части забоя с тем, чтобы при взрыве зарядов в них **меньше** повреждалась крепь в призабойном пространстве.

Врубы можно разделить на следующие группы: врубы, образуемые взрывами зарядов в шпурах, пробуренных под прямым углом к плоскости забоя; комбинированные врубы, образуемые взрывами зарядов в шпурах, расположенных наклонно и под прямым углом к плоскости забоя; врубы, образуемые при помощи машин с расширением их взрывным способом, например из скважин большого диаметра, вокруг которых располагают шпуровые заряды.

Врубы, образуемые шпурами, пробуренными наклонно к плоскости забоя. При проведении горных выработок по породам средней крепости и крепким широко применяют клиновые врубы, которые состоят из двух вертикальных или горизонтальных рядов шпуров, образующих клин. В крепких монолитных породах иногда в центре клинового вруба бурят несколько разрезных шпуров, глубина которых составляет не более $^{2}/_{3}$ глубины заложения врубовых наклонных шпуров. Заряды в разрезных шпурах взрывают первыми, они нарушают массив породы между врубовыми шпурами и тем самым облегчают работу взрывов зарядов врубовых шпуров. Рекомендуемые параметры клиновых врубов приведены в табл. 26. Недостатком клиновых врубов является невозможность расположить шпуры под требуемым углом наклона в забоях небольшой ширины или высоты. Поэтому в таких забоях требуется увеличивать угол наклона врубовых шпуров, уменьшать их глубину либо применять многоступенчатые клиновые врубы (рис. 35). Возможная глубина выемки, образуемой взрывом зарядов в шпурах клинового вруба, зависит от глубины заложения врубовых шпуров, угла наклона к плоскости забоя, величины заряда ВВ и коэффициента использования шпуров (к.и.ш.). Это необходимо учитывать при определении глубины промежуточных и оконтуривающих шпуров.

Таблица 26

Коэффициент крепости пород f	Расстояние между парами врубовых шпуров (см) при диаметре патронов 36—37 мм в зависимости от работоспособности ВВ (см3)				Угол наклона врубовых шпуров к плоскости забоя, град	Число шпуров во врубе
	250-295	300—345	350 -395	400—450		
1,5—2	49—51	52—54	55—57	58—60	71—73	2—4
3 - 4	46—48	49—51	52—54	55—57	68—70	4—6
5—6	43—45	46—48	49—51	52—54	65—67	4—6
7—8	40—42	43—45	46—48	49—51	62—64	4—6
9—10	37—39	40—42	43—45	46—48	59—61	6 - 8
И - 1 3	34—36	37—39	40—42	43—45	56—58	6 - 8
14-18	31—34	34—36	37—39	40—42	53—55	8—10

Пирамидальный вруб применяют при проведении выработок в очень крепких горных породах. Обычно он состоит из четырех-пяти шнуров, сходящихся к центру (рис. 36). Для облегчения работы зарядов врубовых шпуров и лучшего дробления породы в пирамиде в центре вруба под углом 90° к плоскости забоя пробуривают один шпур (рис. 36,6). Глубина такого шпура должна быть не более $^2/_3$ проекционной глубины заложения шпуров пирамидального вруба. Недостатком пирамидального вруба является невозможность пробурить шпуры на требуемую глубину

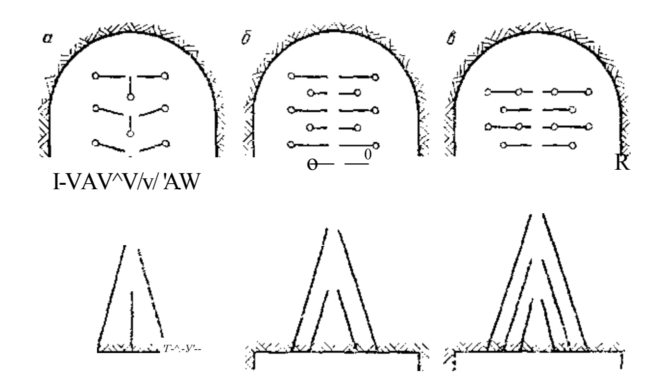


Рис. 35. Примерные схемы расположения шпуров клиновых врубов:
а - одноступенчатый с разрезными шпурамн; б — двухступенчатый; *в* — трехступенчатый

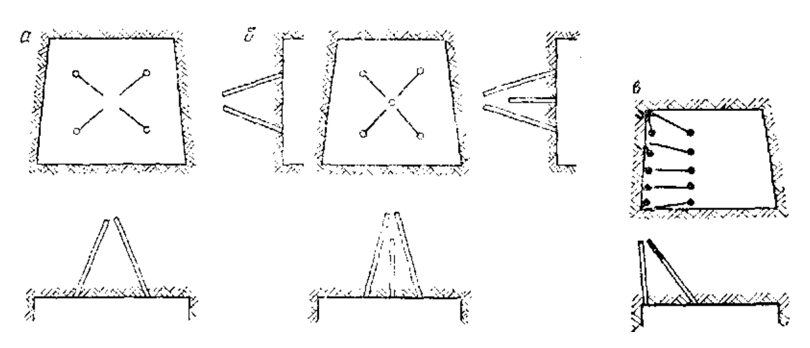


Рис. 36. Врубы:
о — пирамидальный без центрального шпура; б — пирамидальный с центральным шпуром; *в* — боковой

иод нужным углом наклона в забоях небольших размеров. В таких условиях следует применять ступенчатый вруб. В результате взрыва зарядов во врубовых шпурах в забое образуется выемка, имеющая небольшие размеры в глубине взрывного вруба, вследствие чего требуется бурить дополнительные шпуры для его расширения.

^Боковой вруб состоит из ряда шпуров, пробуриваемых под ^ом к плоскости забоя (рис. 36,б) в правой или левой стороне 5оя^ Такой вруб применяют, когда в одной стороне забоя *за*-кгает* легко взрываемый прослоек породы или когда при крутом »легании слоев породы имеется ясно выраженная плоскость кон-Пакта разрушаемой породы с боковыми породами выработки.

§ Веерный вруб применяют, когда в забое имеются горизон-ально залегающие легко взрываемые слои породы (рис. *37, а),* ф также в забоях по пласту угля малой мощности (рис. *37,6).*

й«Л У?

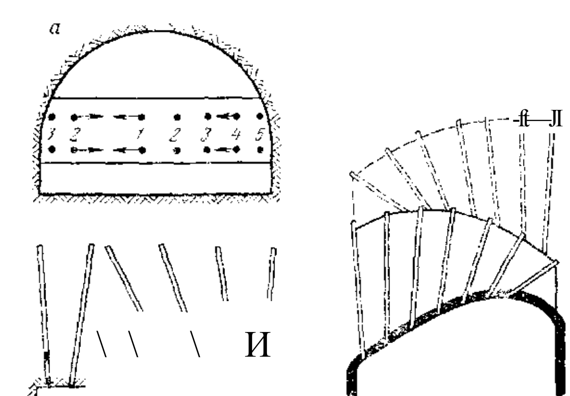


Рис. 37. Веерные врубы

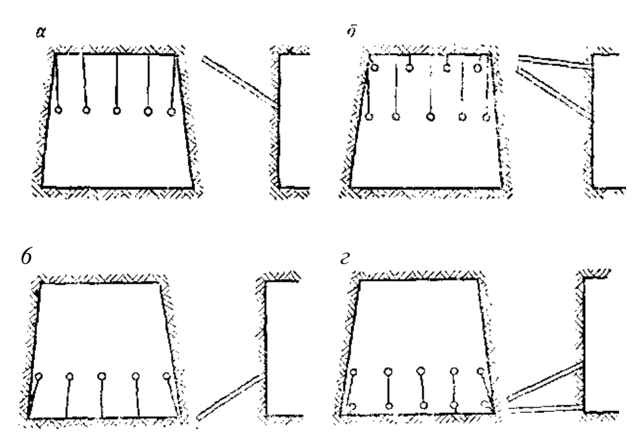


Рис. 38. Врубы верхний и нижний

^Верхний вруб состоит из ряда шпуров, пробуренных в верх-Чеи части забоя под углом к кровле выработки. Верхний вруб применяют в слоистых слабых (рис. 38, *а)* и средней крепости Породах (рис. 38,6). Шпуры верхнего вруба бурят с пневмопод-

доживающих колонок, манипуляторов и колонковых элекш **Т** сверл. Недостатком верхнего вруба является то, что при ват?» ' , зарядов сильно повреждается крепь, особенно в верхней чя1 выработки. ^ чаети

Нижний вруб состоит из ряда шпуров, пробуренных в ниж ней части забоя, под углом к почве выработки. Такой вруб при-

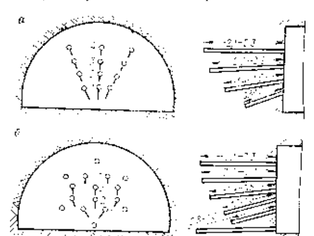


Рис 39 Врубы, применяемые і породных забоях
а — комбинированный веерно клиновь і вруб, б — комбнв рованный веерно клиновый в сочетали» шпурами, *1—4* — очередность в

меняют в слоистых и трещиноватых породах слабых (рис. 38, б) и средней крепости (рис. 38,г).

Для последовательного и более надежного образования вруба и устранения случаев повреждения крепи применяют схему расположения шпуров (рис. 39), при которой взрывной вруб создают взрывом небольших зарядов в коротких сближенных шпурах в нижней части забоя. При этом постепенно увеличивают глубину шпуров и расстояния между ними, а также массу зарядов в шпурах. Образуемая открытая поверхность в результате отрыва породы при взрыве каждой группы зарядов во врубовых шпурах обращена к почве забоя, что уменьшает разброс породы и повреждение крепи.

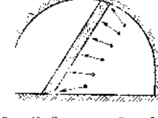


Рис. 40 Диагональный вруб

Диагональный вруб применяют в забоях, в которых по диагонали расположен прослоек слабых пород Он состоит из ряда шпуров, пробуриваемых по диагонали забоя под углом к контакту напластования (рис. 40).

Призматические или прямые врубы (рис. 41), при которых ,пн пробуривают под прямым углом к плоскости забоя и стро- параллельно один другому. В зависимости от крепости взры- тых пород расстояния между соседними шпурами принимают Й ен а в очень крепких породах-5-10 см. Число шпуров в прямых'врубах обычно 4—9. В некоторых прямых врубах часть

Ш

Рис 41, Схемы расположения п пуров прямых вру-

шпурамн (б); з—и — со всеми заряжаемыми" шпурами раз

шпуров не заряжают. Незаряжаемые врубовые шпуры при взрыве зарядов в смежных шпурах служат дополнительной открытой поверхностью, облегчающей работу взрывов зарядов заряженных врубовых шпуров. Исходя из этого, незаряжаемые шпуры бурят большего диаметра, чем заряжаемые шпуры. Для достижения наилучших результатов заряды врубовых шпуров всегда взрывают в определенной последовательности Чтобы избежать переуплотнения зарядов в смежных шпурах, взрывание следует производить ВВ, имеющими небольшие плотности и скорость детонации. Длина заряда или зарядов, взрываемых первыми, должна быть максимальной, а забойка — минимально допустимой, чтобы получалось хорошее измельчение породы и выброс ее из врубовой полости,

• Проведенные испытания прямых врубов показали, *что* наиболее простыми и надежными врубами являются щелевой (Рис. 41,а) и треугольной формы (рис. 41,6), в которых одновременно взрывают все заряженные врубовые шпуры. Расстояния между осями смежных шпуров в крепких породах должны быть не более двух диаметров шпуров.

Все прямые врубы с сближенным расположением шпуровых зарядов разрешается применять в забоях, не опасных по выделению метана при проведении выработок по породам, не склонным к пластическим деформациям.

§ 60. Расположение шпуров при проведении вертикальных шахтных стволов и околоствольных дворов

При проведении вертикальных шахтных стволов, имеющих круглую форму, шпуры в забоях располагают по концентрическим окружностям. Число окружностей, глубина шпуров, расстояние между шпуровыми зарядами в окружности и между окружностями, а также схема расположения врубовых шпуров зависят от крепости взрываемых горных пород, от диаметра ствола в проходке, от диаметра патронов и работоспособности ВВ. Для приближенных расчетов расположения шпуров при взрывании скаль-

Таблица 27

Параметры	Коэффициент крепост;и пород f				
	1-3	4-6	7-9	10—12	13-1.
Число окружностей расположения шпуров при одноступенчатых врубах в зависимости от диаметра ствола, м.					
3,5—4,5	2	2	2—3	3—4	3—4
5,0—6,5	3	3	3—4	4—5	4-5
7 0—8,5	3—4	3—4	4—5	4—5	5-6
9,0—10	4—5	4—5	5—6	5-6	6—7
Число шп\ров во врубовой окружности	4—5	4—6	5—7	6—8	7—9
Диаметр окружностей врубовых шпуров, м:					
при наклонных шпурах . .	1,8-2,2	2—2,3	2—2,5	2,2—2,6	2,2—2 8
при прямых врубах . . .	1,8—2	1,6-1,8	1,4—1,6	1,3—1,5	1,2—1,3
Глубина шпуров, м					
рекомендуемая	3—2	3—2	3—2	2—1,5	2-1,5
применяемая на проходке стволов в Донбассе .	4—6	4—5	4—4,5	4—4,5	3,5—4
Расстояние между шпурами, м	0,9—1,4	0,3—1,2	0,75—1,1	0,7—1,1	0,7-1
Глубина врубовых шпуров, м:					
при двухступенчатых вру-					
в первой ступени	2,4—2,8	2,4—2,8	2,1-2,6	2,1—2,2	1,8-2
во второй ступени . . .	4,5-5	4,5—5	4—4,5	4—4,2	3,5-4
при трехступенчатых вру-					
в первой ступени	1,4—1,6	1,4-1,6	1,3—1,5	1,3—1,5	1,2—1,3
во второй ступени	2,5—2,7	2 5—2,7	2,4—2,6	2,4—2,6	2—2,2
в третьей ступени	4 5—5	4,5—5	4—4,5	4—4,5	3,6—4

jm аммонитом в патронах диаметром 45 мм можно пользоваться [Иными табл. 27.

При проведении вертикальных шахтных стволов в крепких поводах применяют воронкообразный вруб, состоящий из нескольких (пуров, расположенных по окружности и пробуренных с наклоном центру забоя. Для лучшего дробления породы в центре вруJB0.4 окружности шпуров бурят один шпур под прямым углом к Щабою, глубина такого шпу|Ьа должна быть не более 2/з Проекционной глубины заложения врубовых шпуров. .^Недостатком воронкообразных врубов является то, что -'при взрыве в них зарядов Зачастую повреждают временную крепь в призабой*'ной* части ствола. При про%едении вертикальных стволов шахт в очень крепких породах рационально применять ступенчатые воронкообразные врубы. При крутом залегании слоев взрываемых пород можно применять клиновый вруб (рис. 42).

При проведении вертикальных шахтных стволов в слабых и средней крепости породах в настоящее время в основном применяют врубы из шпуров, пробуренных под прямым углом. В зависимости от крепости взрываемых пород и требуемого подвигания забоя за взрывной цикл применяют одноступенчатые, двухступенчатые прямые врубы (рис. 43). Глубина врубовых шпуров должна быть на 10—20% больше глубины промежуточных и оконтуривающих шпуров. Диаметр окружности оконтуривающих шпуров при проведении вертикальных шахтных стволов по породам с пологим падением слоев необходимо принимать в зависимости от крепости пород на 0,3—0.6 м меньше Диаметра ствола в проходке. При проходке шахтного ствола в породах наклонного и крутого напластования оконтуривающие Птуры располагают со стороны падения слоев породы на 25—40 см от проектного контура ствола в проходке В (городах крепостью f>10 для более удовлетворительного оконт\ривания периМетра ствола и уменьшения переборов породы оконтуривающие

шпуры бурят под прямым углом к плоскости забоя ствола и п полагают у самого контура ствола в проходке. Для снижения ас г б; Г о р о д ы при п р о в е * ™ стволов в Криворожском бассей' 4 „ ' в око "7, рнваю ; цнх шпурах применяют ВВ в патрон?; 32 и 36 мм вместо 45 мм. Если до 1959 г. переборы породы

примеоно с вТп л01 . в в о / ыРаЖаЛИСЬ выемкой"породы примерно в 10-16%, то с переходом на патроны ВВ диаметр^

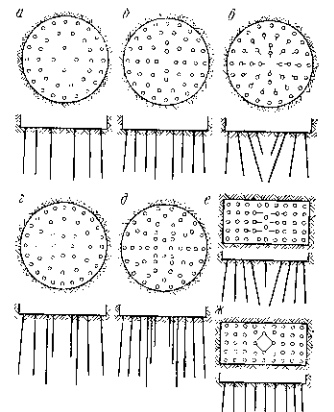


Рис 43 Расположение шпуров в забоях вертикальных стволов шахт;

а — по слабым породам, б — по породам средней крепости; в — по крепким породам, г — с двухступенчатым врубом, д — с трехступенчатым врубом, е — в стволах прямоугольной формы с клиновым врубом, ж — с призматическим врубом

!-36 мм в оконтуривающих шпурах переборы породы состави- 5-8% а по некоторым стволам они стали значительно мрнн- к™"* ленных норм (5-8%). При этом в це >м по тресту гчривоассвзрывпроходка производительность труда темпы проходки значительно повысились, -

В 1957—1958 гг. в угольной промышленности при j _ ' * 15 вертикальных стволов было произведено более 5000 замеров, **которые** показали, что средние переборы породы составляют 12% 00 отдельным стволам общий перебор составил более 20%. Сред**не** фактические величины переборов породы составляют 5,4 $м^3$ против 2,1 $м^3$ на 1 м проходки ствола по нормативу Таким образом, при проведении шахтных стволов в породах средней крепости

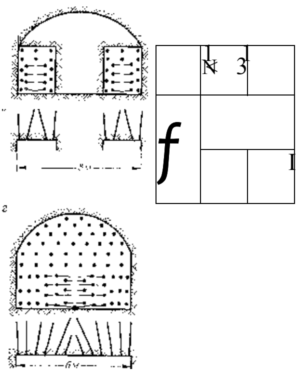


Рис 44 Расположение шпуров при рассечке около-

целесообразно применять в оконтуривающих шпурах патроны ВВ Диаметром 32—36 мм вместо 45 мм, при применении шпуров большой глубины (3,5—4,5 м) это тем более необходимо.

При проведении вертикальных шахтных стволов, имеющих прямоугольную форму, в зависимости от крепости пород можно применять клиновые и прямые одноступенчатые или многоступенчатые врубы.

Проведение выработок околоствольных дворов больших размеров производят в следующей последовательности Внач, „рово. Дят две бортовые выработки шириной 2—2,5 м

2,5 м с оставлением целика между ними (рис. 44, а) После проведения бортовых выработок и закрепления их вынимают породы верхнего свода (рис. 44,6). После закрепления всего периметра выработки производят выемку породы среднего целика (рис. 44,б). В устойчивых породах вначате проводят и бетонирую,, верхнюю часть свода, затем под защитой крепи вынимают породы нижней части. В породах средней крепости выработки околоствольного двора проводят слоями снизу вверх (рис. 44,г). При проведении выработок околоствольного двора, в сечении которых имеется маломощный пласт угля, вначале вынимают пласт у1ля на требуемую глубину (6—8 м), после чего приступают к подрывке породы в кровле, а иногда и в почве. Особенностью взрывных работ при рассечке выработок (сопряжений) околоствольных дворов является необходимость бурить короткие шпуры в начале выемки породы от ствола и применять небольшие заряды ВВ в патронах диаметром 28—32 мм с тем, чтобы не повредить крепь ствола и меньше нарушить породы за периметром выработки.

§ 61. Расположение шпуров в забоях выработок по однородным породам

При проведении капитальных и подготовительных выработок по породе (квершлагов, полевых штреков, шюлен и др.) эффективность взрывных работ в значительной степени зависит от расположения и направления шпуров. Главное значение с точки зрения обеспечения требуемого эффекта взрыва всего комплекса шпуровых зарядов в забое имеют результаты взрывов зарядов врубовых шпуров. Поэтому в соответствии с имеющимися условиями необходимо подобрать более рациональную схему врубовых шпуров, пробурить их строго в нужных направлениях и на требуемою глубину. При расположении промежуточных и оконтуривающих шпуров необходимо учитывать нормальные нагрузки на заряды (см. табл 15). Оконтуривающие шпуры в зависимости от крепости взрываемых пород и их напластования необходимо располагать и бурить в таком направлении, чтобы исключить бурение дополнительных шпуров (подбурков) для выравнивания периметра выработки после взрывания основного комплекта шпу ровых зарядов и так, чтобы не делать больших переборов породы за проектным периметром выработки. Улучшение оконт>риваиия выработок может быть достигнуто путем уменьшения расстояний между оконтуривающими шпурами и уменьшения нагрузки или л.н.с. для зарядов оконтуривающих шпуров. Для уменьшения переборов породы необходимо строго следить за расположением и направлением оконтуривающих шпуров. В крепких породах дно шпура может выходить за проектный контур выработки не более

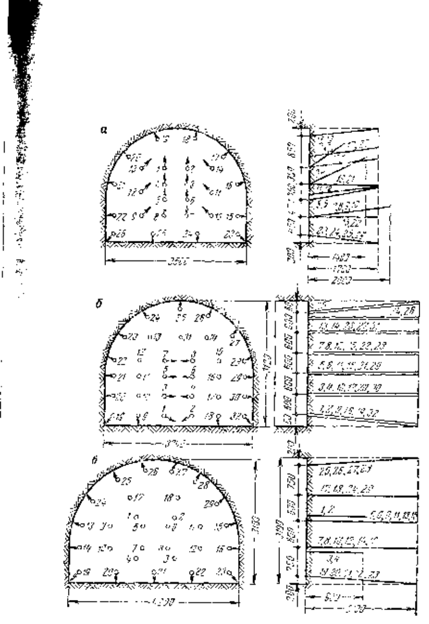


Рис. 45. Примерные схемы расположения шпуров при проведении квершлагов и полевых штреков:

а — с двухступенчатым клиновым врубом и вспомогательными шпурами, б — с [illegible] клиновым врубом, в — с прямым врубом

чем 15—20 см, в породах средней крепости оно должно находиться на проектной линии контура выработки. В породах ниже сред, ней крепости оконтуривающие шпуры следует располагать почти параллельно контуру выработки на расстоянии 10—15 см. В особо неустойчивых породах в оконтуривающих шпурах обычного диаметра (40—44 мм) рационально применять патроны уменьшенного диаметра и ВВ меньшей мощности, например, предохранительные аммониты ПДв. 20 и АП-5ЖВ в патронах диаметром 27—28 мм, а при взрывании в породах более крепких — диаметром 31—32 мм.

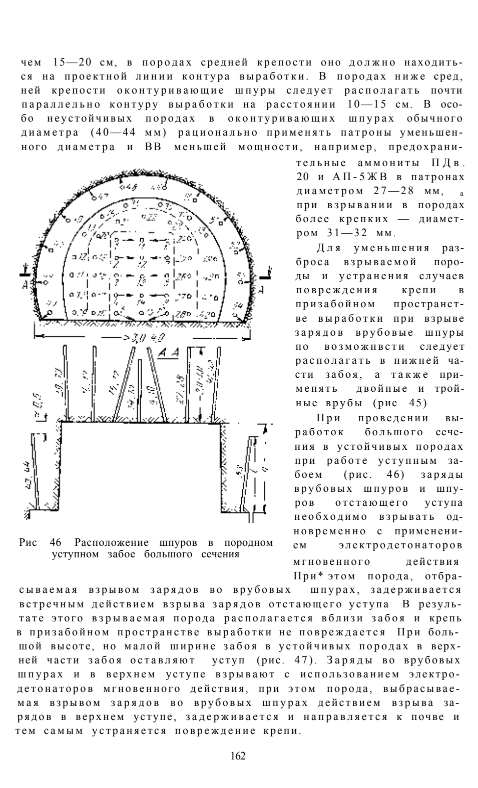


Рис 46 Расположение шпуров в породном уступном забое большого сечения

Для уменьшения разброса взрываемой породы и устранения случаев повреждения крепи в призабойном пространстве выработки при взрыве зарядов врубовые шпуры по возможнвсти следует располагать в нижней части забоя, а также применять двойные и тройные врубы (рис 45)

При проведении выработок большого сечения в устойчивых породах при работе уступным забоем (рис. 46) заряды врубовых шпуров и шпуров отстающего уступа необходимо взрывать одновременно с применением электродетонаторов мгновенного действия При* этом порода, отбрасываемая взрывом зарядов во врубовых шпурах, задерживается встречным действием взрыва зарядов отстающего уступа В результате этого взрываемая порода располагается вблизи забоя и крепь в призабойном пространстве выработки не повреждается При большой высоте, но малой ширине забоя в устойчивых породах в верхней части забоя оставляют уступ (рис. 47). Заряды во врубовых шпурах и в верхнем уступе взрывают с использованием электродетонаторов мгновенного действия, при этом порода, выбрасываемая взрывом зарядов во врубовых шпурах действием взрыва зарядов в верхнем уступе, задерживается и направляется к почве и тем самым устраняется повреждение крепи.

Р При взрывании на закруглениях забой располагают под некоторым углом к оси закругления (рис. 48). При этом врубовые - цшуры необходимо смещать к одной из боковых стенок в нижней **части** забоя, этим достигаются направление выброса взорванной **породы** под углом к оси выработки и уменьшение вероятности повреждения крепи.

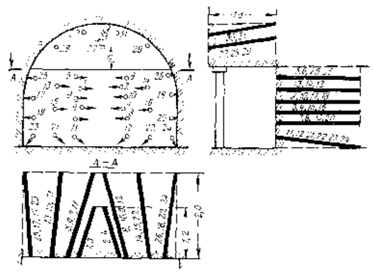


Рис 47 Расположение шпуров в породных забоях, проводимых с верхним уступом

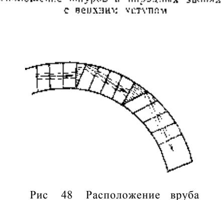


Рис 48 Расположение вруба при закруглении выработки

При проведении подготовительных и нарезных выработок по Углю без подрывки боковых пород разрушение угля можно производить при помощи взрывов зарядов ВВ (рис. 49). По углю обычно проводят выработки сечением от 1,5 до 20 м^2. При про-

ведении выработок большого сечения по мощным пластам угля шпуры располагают примерно так, как показано на рис 50

Для сокращения числа циклов взрываний в угольных забоях иногда бурят одну или несколько скважин диаметром от 250 до 500 мм, а в параллельных им шнурах взрывают заряды ВЕ (рис. 51). При наличии в забое сжатого воздуха иногда отбойньь

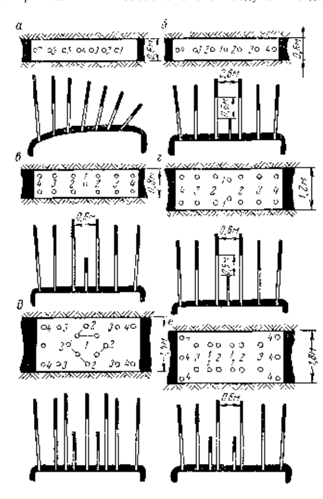


Рис 49 Поимерные схемы пасположения шпуров при проведении печей, сбоек и просеков по углю
а —с веерным врубом, *б — е — с* прямым врубом при мощ-

ми молотками создают врубовую выемку, а затем взрывают промежуточные и оконтуривающие шьуры. В угольных забоях, спас ных по взрыву метана или угольной пыли, расстояние межд> смеж-

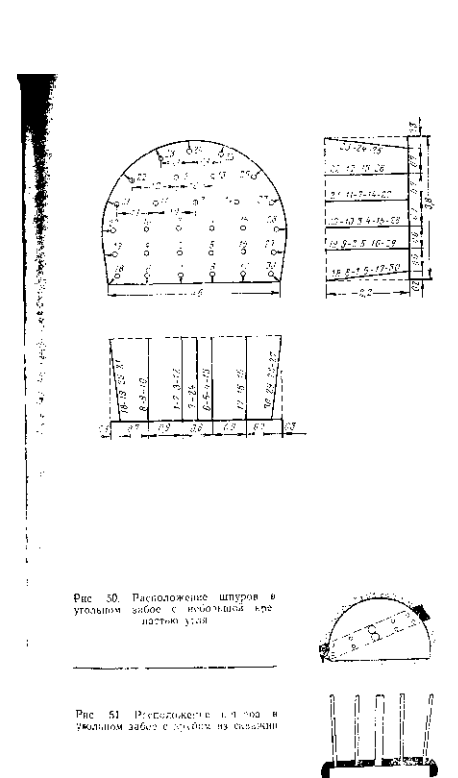


Рис 50. Расположение шпуров в угольном забое с небольшой крепостью угля

Рис 51 Расположение шпуров в угольном забое с врубом из скважин

ными шпуровыми зарядами должно быть не менее 0,6 м, а расстояние от заряда до открытой поверхности (л н.с.)—не менее 0,5 м.

§ 62. Расположение шпуров *в* смешанных забоях

При проведении подготовительных выработок по пласту угля с подрывкой боковых пород (штреков, уклонов, бремсбергов, ходков, скатов и др.) расположение подрывки зависит от мощности

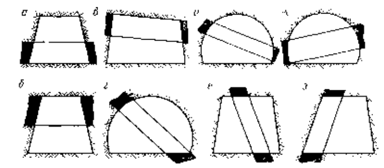


Рис 52 Расположение подрывки пород в штреках при пологих (а, б), наклонных (в, г, д, ж) и крутых (е, з) пластах

и размещения пласта угля в забое (рис. 52), от крепости боковых пород, назначения выработки и способа транспортирования угля. При проведении откаточных штреков по тонким пологим пластам чаще всего подрывают почву, что создает удобства при погрузке угля из лавы в вагонетки. При наклонных пластах подрывают почву и кровлю, при крутых пластах — почву, а иногда почву и кровлю

Выемку угля и подрывку породы в забое производят одновременно или раздельно При раздельной выемке сначала вынимают уголь на некоторую глубину, а затем подрывают боковые породы и доводят выработку до проектных размеров и формы. Такой порядок выемки обусловливается ценностью угля как полезного ископаемого. При выемке угля с применением ВВ расположение шпуров в угольных забоях примерно такое же, как показано на рис 50 На шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, как правило, в угольных забоях применяют прямые ступенчатые и веерные врубы, а на шахтах, не опасных по взрыву метана и угольной пыли, можно применять и клиновые врубы.

В подрывке породы шпуровые заряды можно располагать параллельно второй открытой поверхности взрываемого массива породы (рис 53) При взрыве зарядов в подрываемой породе они практически работают при наличии двух открытых поверхностей

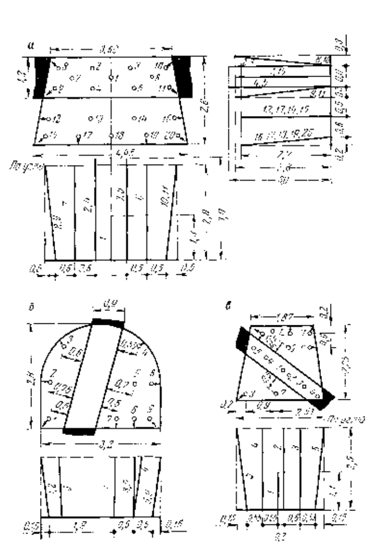


Рис 53 Примерные схемы расположения шпуров в смешанных забоях-

as — при взрывании по углю и породе, б — *при* взрывании только по

с равномерной нагрузкой но всей длине заряда Поэтому в подрывке породы любой крепости можно применять шпуры глубчой до 5 м В связи с этим при устойчивых породах в кровле иногда 1фоизводят два цикла но углю с подвиганием угольного забоя за цикл на 2—2,5 м, а затем один цикл по породе с подвиганнем па 4—5 м

При проведении выработок по угольному пласту мощностью 1. 1,2 м с подрывкой боковых пород (рис. 54) иногда одновре

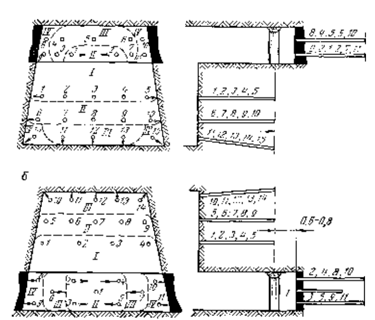


Рис 54 Расположение шпуров в угольных и породных забоях при одновременном взрывании зарядов по углю и по породе

менно взрывают заряды в опережающем угольном и в oiCTaiouis3J породном забое, т е заряды в угольном и породном забоях взрывают с применением элекгродетонаюров мшовенного и короткозамедленного действия в необходимой последовательности, но з£. один прием При этом опережение угольного забоя должно бьп Оольше глубины шпуров в подрывке породы па 0,6—0,8 м Эю необходимо для того, чтобы разрушенный и разрыхленный угол! не смешиваясь с породой, разместился в опережающем простраьгтве

Расположение шпуров по углю и породе при проведении уклонов (рис 55), бремсбергов (рис 56), ходков и скатов примернг

Ц,кое же, как и при проведении штреков по углю с подрывкой Коковых пород При проведении бремсбергов из-за большой опас-)сти иногда не производят взрывной отбойки угля, а взрывают Цолько породу

Если на шахте транспортирование и выдача породы на поверх**ность** затруднительны, то некоторые выработки по пологим и найденным пластам угля проводят широким забоем по углю, т. е Цйроводят выработку с раскоской по углю. Ширину раскоски

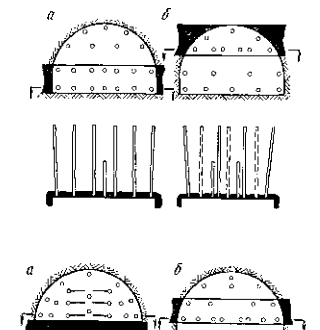


Рис 56 Расположение шп>ров при проведении бремсбергов

Делают достаточной для размещения всей подрываемой в штреке Породы. Таким образом, ширина угольного забоя складывается "з ширины проводимой выработки, раскоски и косовичника, слу-

жащего для проветривания и транспортирования. При проведении выработок по более мощным пластам угля объем подрываемой породы небольшой, поэтому ширина раскоски небольшая и косовичник не оставляют. Объем породы, которую необходимо разместить в раскоске, определяют умножением объема подрываемой породы в массиве на коэффициент разрыхления, равный 2

Раскоску обычно располагают по падению пласта угля ниже штрека. При очень тонких пластах угля раскоску можно располагать выше и ниже проводимой выработки (рис. 57). При боль-

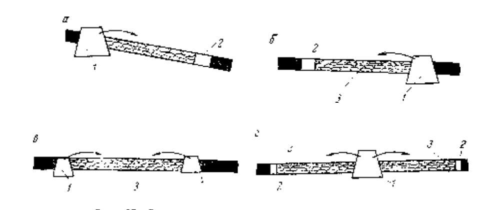


Рис 57 Расположение раскоски относительно штрека
а — односторонняя нижняя, б — односторонняя верхняя, в — между двумя смежными штреками, г — двусторонняя; 1 — штрек 2 — косовичник, 3 — раскоска

шой общей ширине угольного забоя вначале подрубают пласт врубовой машиной, а затем отбивают его взрывами шпуровых зарядов (рис 58, а). Шпуры в подрубленной пачке угля располагают в один ряд на расстоянии 1,3—1,8 м, глубину шпуров принимают примерно равной глубине машинного вруба В кутках угольного забоя, где машиной сделать подрубку нельзя, шпуры располагают в два ряда при расстоянии между шпурами в ряду 0,6—0,8 м При небольшой общей ширине угольного забоя уголь вынимают при помощи взрывов зарядов без машинного вруба (рис. 58,б). При этом шпуры располагают в два ряда при расстоянии в ряду 0,6—0,8 м. При наличии машинного вруба величина заряда на шпур равна 0,2—0,4 кг, а без машинного вруба — 0,4—0,6 кг.

Шпуры в подрывке породы при проведении выработок широким забоем по углю располагают в обычном порядке и взрывают отдельно. При этом при взрывании имеется возможность направить разлет породы в сторону раскоски путем подбора требуемого расположения шпуров, величин зарядов и определенной последовательности их взрывания. Наибольшей эффективности направленного отброса породы достигают при проведении выработ-

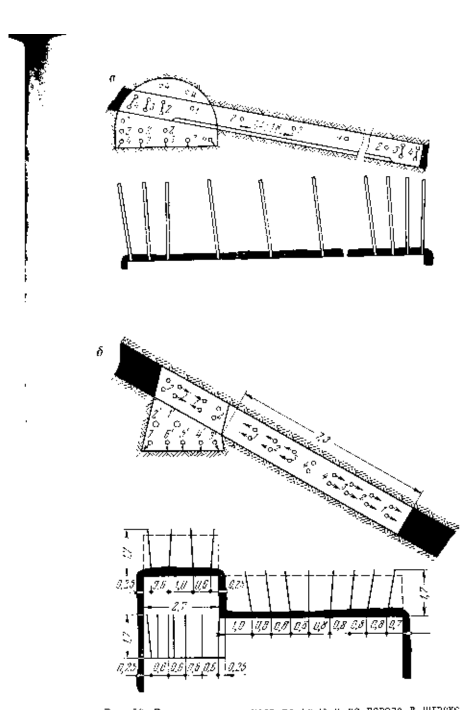


Рис. 58. Расположение шпуров по углю и по породе в штреке, проводимом широким забоем по углю.

а — с машинным врубом, б — без машинного вруба, 1—4 и 1'—7' — очередность взрывания

ток по пластам угля с углом наклона около 20° и их мощности 1 м и более, на наклонном падении пластов — при мощности пла ста более 0,7 м

§ 63 Расположение шпуров при расширении вырабсмоь и при разборке завалов

В зависимости от состяния и крепости окружающих пород й также величины расширения выработки шпуры располагают по всему периметру выработки или только в отдельных местах

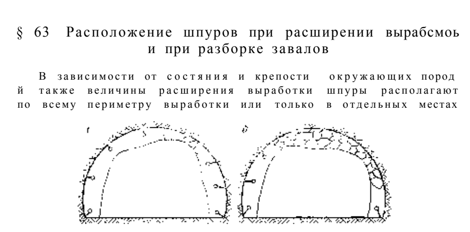


Рис 59 Расположение шпуров при расширении деист вующих выработок арочного сечения-

нарушенных боковых породах

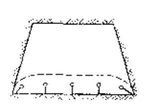


Рис 60 Расположение шпуров при расширении дейст вующих выработок трапециевидного сечения пои под рыаке боков выработки (а) и почвы (б)

периметра (рис. 59, 60), где порода не поддается ручной раз борке

При расширении действующих подготовительных выработок взрывные работы часто ведут при наличии в них электрических кабелей, водопроводных и воздухопроводных труб, троллейных проводов п другого оборудования. Для устранения случаев по вреждения кабеля, труб и другого оборудования электрические кабели должны быть обесточены, уложены на почву и закрыты лесом или породой Если шпуры расположены в нижней части забоя, то следует взрываемый массив заложить старым лесом и "я сыпать породой, что уменьшит разлет кусков породы Величина нарядов при расширении выработок нужно брать как можно мен''

;?шими (100—250 г) с тем, чтобы нарушить взрываемый массив без [разлета кусков породы Взрывание зарядов по возможности нуж-.jjo производи 1ь по одному или небольшими группами. При расширении выработок на шахтах, опасных по метану или угольной пыли, глубина шпуров должна быть не менее 0,6 м, расстояние от заряда до открытой поверхности — не менее 0,3 м. Перед заряжанием и взрыванием необходимо замерять содержание метана, особенно в верхней части выработки, и не производить взрывных работ, если содержание метана будет 1 % и более

При разборке больших завалов, а также при проведении вь.» *работок по* обрушенным породам, где пласт угля ранее был вынут

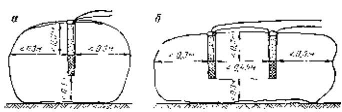


Рис 61 Расположение шпуров в негабаритной глыбе породы

ино!Да приходится дробить большие глыбы взрывами небольших зарядов ВВ В шахтах, не опасных по взрыву метана или угольной пыли, дробление больших глыб породы можно производить как накладными, так и шпуровыми зарядами. В шахтах, опасных по взрыву метана и пыли, большие глыбы породы разрушают взрывами шпуровых зарядов или накладных зарядов, помещенных в полиэтиленовые сосуды с водой Шпуры в глыбе должны быть пробурены так, чтобы расстояние от заряда ВВ до любой открытой поверхности было не менее 0,3 м (рис. 61,а). Если глыба породы имеет большие размеры, то в ней располагают Два шпура (рис. 61,6) и более. Заряды в таких шпурах взрывают одновременно с использованием элекгродетонаторов мгновенного Действия. Если вблизи разрушаемых взрывом глыб породы расположены кабели, трубы и другое оборудование, то нужно оградить нх от ударов кусками породы. При этом величины зарядов нужно брать как можно меньшими, но достаточными для разрушения глыбы породы на куски, удобные для уборки При дроблении больших глыб породы в шахтах, опасных по взрыву метана и угольной пыли, необходимо замерять содержание метана и выполнять дру!ие мероприятия, обеспечивающие безопасность взрывных работ В таких шахтах кате1орически запрещается взрывать накладные заряды из обычных ВВ. застрявшие в печах или скатах, большие глыбы породы, крепежные стойки и другие, а также перебивать зажатую металлическую крепь Для указанных целей можно применять специальные заряды или ВВ высокой предохранительное™ (патроны СП-1, углениг № 5 и др.).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ к ГЛ X

уго1ньк'шахтах' МеТРЫ ПаТроНОВ ВВ и ШПУРоВ применяют при взрывании в

ток?2' КаКон ГлубиНЫ бурят ШПУРЫ ПРИ проведении подготовительных вырабо-

3 Какими показателями характеризуют эффективность взрывных работ при проведении подготовительных выработок?

4 Что понимают под нормальной нагрузкой на шпуровые заряды?

ляют? КЗКИХ фаКторов зависит Р^ход ВМ и каким способом его опреде-

детечия?7 ^^ фаКТоров зависят число шпуров на забой и способ их опре-

7 Какие общие требован] ; расположению шпуров в забоях подготовительных выработок?

8 Какие требования предъявляются к расположению врубовых шпуров?

родам?К располагают ШПУРЫ ПРИ проведении выработок по однородным породам

10 Как следует располагать шпуры і забоях стволов вертикальных шахт?

11 Как следует располагать шпуры ; угольных забоях?

12 Как следует располагать шпуры і смешанных забоях?

7

ГЛАВА XI

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ

§ 64. Взрывные работы в лавах

Отбойку угля с помощью ВВ в очистных забоях применяют в лавах с машинным врубом и без него, в комбайновых и струговых лавах, в щитовых забоях, в наклонных, горизонтальных и других слоях, при выемке целиков угля, при гидравлической добыче угля. Кроме того, взрывные работы применяют при подрывке породы в бутовых штреках, в котлованах под привод, при обрушении кровли, при взрывании породы в местах геологических нарушений и т. п.

В лавах с машинным врубом ВВ применяют для отбойки подрубленной пачки угля, устройства ниш и выемки угля в кутках В подрубленной пачке угля глубину шпуров (при бурении их под прямым углом к плоскости забоя) принимают равной глубине машинного вруба (рис. 62). Иногда, чтобы не оставались навесы после взрывания шпуровых зарядов, глубину шпуров увеличивают на 10—15 см по сравнению с глубиной машинного вруба При отбойке слабых углей глубину шпуров принимают на 10—15 см меньше глубины машинного вруба. При бурении шпуров под углом к плоскости забоя дно шпура должно быть на уровне глубины машинного вруба

При мощности подрубаемой пачки угля до 1,2 м шпуры располагают в один ряд, при мощности пачки 1,2—2,2 м — в два ряда, при мощности более 2,2 м — в три ряда. Если уголь хорошо отделяется от кровли пласта, то дно шпура должно быть на расстоянии 10—20 см от кровли пласта При прочном контакте угля с кровлей пласта шпуры верхнего ряда пробуривают с наклоном к кровле и дно шпура должно подходить ближе к кровле

Расстояние между шпурами в ряду зависит от многих факторов. На антрацитовых пластах без прослойков породы при наличии машинного вруба расстояние между шпурами в ряду находится в пределах 1,8—2,5 м, а при отбойке угля без машинного вруба — 1,2—1,8 м При слабом контакте угля с кровлей, а также при слабых породах кровли и расположении шпуров в два-три Ряда расстояние между шпурами в верхнем ряду зачастую берется в 1,5—2 раза большим, чем между шпурами в нижних рядах, и шпуры верхнего ряда недобуривают до кровли пласта на 20—30 см. В тех случаях, когда машинный вруб размещают в

средней части кла^та, шпуры располагаю! ь нижней к верхи;•••[чайках усля, а при слабом котакте верхней пачки угля ое ра бирзют без применения ВВ При устройстве вруба в верхней чаг$_{и}$, пласта шп\ры располагают в нижней ею части При наличии л пласте угля породных прослойков для облегчения выбора иормды из отбитою угля шпуры пробуривают на таких расстояниях о- них, чтобы в" результате взрыва зарядов прослойки, породы были разрушены на более крупные куски.

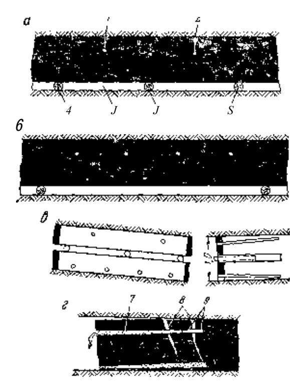


Рис 62 Расположение шпуров в лавах с нижним врубом

[illegible]

Огбойка подрубленной пачки угля с применением ВВ в шл\ тах, *опасиих* по взрыву метана и угольной пыли, пр^{р}дсгявляе^{т} определенную опасность, так как подрубленная пачна угля под действием собственного веса и давления на нее кровли оседае*

при этом образуются трещины Образующиеся трещины почти проветриваются, п в них очень быстро образуем взрывоопасная метапо-воздушная смесь, которая легко воспламеняется при зрыве открытого заряда, пересекающего трещину (см рис *62,г)*. ри этом а есшая вспышка Meiano-воздутнои смеси может педаться в рабочее пространство лавы и вызвать взрыв метанопылевоздушиой смеси.

Для устранения возможности образования трещин необходимо процессе подрубки пачку угля надежно закреплять подшашами.

При подрубке пласта угля сиизу вверх врубовая машина в состоянии образовать вруб в верхнем кутке лавы. Если подрубку производят сверху вниз, то в нижнем кутке лавы также *'остается* неподрубленный участок пласта. Поэтому в верхнем или нижнем кутках лав шпуры располагают в неподрубленной части пласта. При этом глубина шпуров должна *быть* на 15—**20** см больше глубины машинного вруба. Расстояния между шпурами в ряду 0,6—0,8 м. Иногда в верхнем или нижнем кутках лав до подхода врубовой машины устраивают ниши по целику пласта.

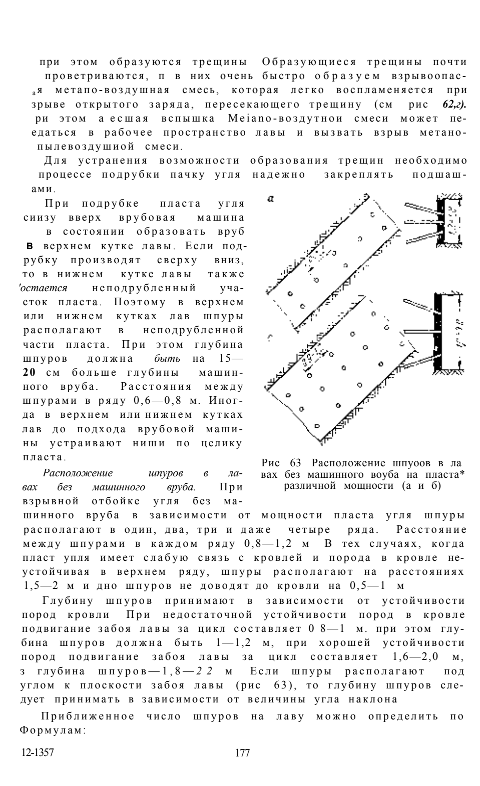


Рис 63 Расположение шпуоов в лавах без машинного воуба на пласта* различной мощности (а и б)

Расположение шпуров в лавах без машинного вруба. При взрывной отбойке угля без машинного вруба в зависимости от мощности пласта угля шпуры располагают в один, два, три и даже четыре ряда. Расстояние между шпурами в каждом ряду 0,8—1,2 м В тех случаях, когда пласт упля имеет слабую связь с кровлей и порода в кровле неустойчивая в верхнем ряду, шпуры располагают на расстояниях 1,5—2 м и дно шпуров не доводят до кровли на 0,5—1 м

Глубину шпуров принимают в зависимости от устойчивости пород кровли При недостаточной устойчивости пород в кровле подвигание забоя лавы за цикл составляет 0 8—1 м. при этом глубина шпуров должна быть 1—1,2 м, при хорошей устойчивости пород подвигание забоя лавы за цикл составляет 1,6—2,0 м, з глубина шпуров—1,8—*2 2* м Если шпуры располагают под углом к плоскости забоя лавы (рис 63), то глубину шпуров следует принимать в зависимости от величины угла наклона

Приближенное число шпуров на лаву можно определить по Формулам:

при расположении шпуров в лаве в один ряд

(34)

где Ьл — длина взрываемого участка лавы, м; а — расстояние между шпурами в ряду, м;

при расположении шпуров в два ряда

при расположении шпуров в три ряда

^ = + (36)

при расположении шпуров в четыре ряда

^ M v + i + i + i) - (37)

где й], a_2, $a_г$, a_4 — расстояния между шпурами соответственно в первом, втором, третьем и четвертом ряду.

При одинаковых расстояниях между шпурами во всех рчт,ах число шпуров на лаву

(38)

где $я_р$ — число рядов шпуров в лаве.

Величины зарядов по шпурам обычно устанавливают в результате опытного взрывания в конкретных условиях. Для устранения случаев повреждений крепи, механизмов, кабелей величины зарядов в шпурах, расположенных в подрубленной пачке угля или в целике угля в нижнем или верхнем кугках, нужно брать минимальными с тем, чтобы только обеспечить отрыв и рыхление угля без большого разброса его кусков При слабых неустойчивых породах в кровле величины зарядов в верхнем ряду шпуров должны быть значительно меньше величин зарядов в шпурах нижних рядов. Для взрывания подрубленной пачки угля величина заряда на шпур составляет 0,2—0,4 кг при глубине машинного вруба 1,4—1,6 м, 0,3—0,5 кг при глубине вруба 1,65—1,95 м и 0,4—0 6 кг при глубине вруба 2 м и более При взрывании в кутках лав или нишах без машинного вруба величина заряда на шпур составляет 0,3—0,5 кг при глубине шпуров 1,5—1,8 м и 0,4—0,6 кг при глубине шпуров 1,9 м и более. При взрывании в лавах без машинного вруба величина заряда на шпур составляет 0,2—0,4 кг при глубине шпуров 1—1,3 м, 0,4—0,6 кг при глубине шпуров 1,5—1,8 м, 0,5—0,8 кг при глубине шпуров 1,9 м и более. Указанные выше величины зарядов справедливы для ВВ с работоспособностью не ниже 280 $см^3$.

Таблица 28

Ж	Удельный расход ЕМ на 1 м' угля в массиве в зависимости от коэффициента крепости угля f										
	0 6-0 9	1 0-1 5		1 6-2 2	0 6-0 9		1 0-1 5		1 6-2,2		
	без врлба				J	при наличии вруба					
		Св,	ВВ,	СВ,	к?'	св,	I ВВ,	$^{с}ш^{в}г$	Тг			св,
0,5-0,75	0,48	1,2	10,55	1.4	0,6	1,7	0,26	0,8	0,3	0,93	0,33	1,12
0,76-1,0	0,42	1,15	0,48	1,251	0,55	1,5	0,24	0,76	0,26	0,83	0,3	1,0
1,1—1,3	0,38	1,05	0,45	1,15	0,52	1,3	0,21	0,7	0,25	0,77	0,29	0,87
1,35—1,6	0,35	1,0	0,42	1,1	0,48	1,2	0,19	0,67	0,23	0,74	0,27	0,8
1,65—1,9	0,33	0,98	0,4	1.05	0,45	1,15	0,18	0,65	0,22	0,7	0,25	0,77
1,95-2 2	0,32	0,96	0,38	1,0	0,42	1,1	0,17	0,64	0,21	0,67	0,23	0,73
2,25-2,5	0,3	0,94	0,36	0,96	0,4	1,05	0,16	0,63	0,2	0,64	0,22	0,7
2,55—2,8	0,28	0,92	0,34	0,94	0,38	1,0	0,15	0,62	0,19	0,63	0,21	0,67

Для приближенного определения количества ВВ на отбойку угля в лавах с машинным врубом и без него можно пользоваться формулой

$$Q = Ljnl_n qe, \text{ кг}, \quad (39)$$

где — длина взрываемого участка или всей лавы, м; т — мощность (толщина) взрываемого пласта или части пласта угля, м; L — ширина вынимаемой полосы угля или подвигание забоя лавы за цикл, м; q — расход ВВ на 1 м^3 угля в массиве, кг; e — переводной коэффициент, зависящий от работоспособности ВВ (см. табл 17).

Величины удельного расхода ВМ при взрывании в лавах с машинным врубом и без него приведены в табл. 28. В качестве ВВ приняты аммониты ПЖВ-20 и Т-19 с работоспособностью 280 см^3 в патронах диаметром 36 мм. Для определения удельного расхода ВВ или СВ на 1 т добычи угля необходимо величины удельного расхода ВВ или СВ разделить на удельный вес угля, который можно принимать: для антрацитов и крепких монолитных углей 1,4—1,6, для углей средней крепости 1,4—1,50, для слабых углей 1,3—1,4 для бурых углей 1,2—1,3. Например, удельный расход ВВ $q — 0.21$ кг/м^3, а объемный вес угля равен 1,4 т/м^3, тогда удельный расход

$$?_т = 4\hat{}г = 0{,}15 \text{ кг/т}.$$

Зная общую потребность ВВ на один цикл по лаве и число шпуров на всю лаву, среднюю величину заряда на один шпур можно определить по формуле

<Зш = - цЧ кг. (40)

Величину заряда одного шпура можно определить также по формуле (27), значение коэффициента у в которой находится в пределах:

Коэффициент крепости угля f	2,2 и более	1,8—2,1	1,5—1,7	1,2—1,4	1,0—1,1	0,6-0,8
личии вруба	0,30—0,32	0,27—0,29	0,24—0,26	0,21—0,23	0,1	
без вруба	0,39—0,41	0,35—0,37	0,31—0,34	0,27—0,3Г		

Например, если шпур пробурен в подрубленной пачке угля на глубину 1,6 м, коэффициент крепости угля f—1,4, применяют аммонит ПЖВ-20 в патронах диаметром 36 мм, плотность ВВ в патроне $\rho = 1,1$ г/см^3, тогда величина заряда на шпур

$Q_m =$ 10,18.160-0,23.1,1 x X 1 =413 г или 0,4 кг,

Взрывание в комбайновых и струговых лавах

В лавах с комбайновой выемкой угля ВВ применяют при создании нижней и верхней ниш, а при очень длинных лавах — при устройстве средней ниши. Ширина ниши составляет 4—12 м, глубина ее равна длине бара комбайна. Глубина шпуров, располагаемых для образования ниши, должна быть на 15—20 см больше глубины комбайновой выемки угля. При расположении шпуров применяют призматические, боковые или веерные врубы (рис. 64)

Рис 64 Расположение шпуров в нишах
а и б — в верхних нишах, в — в нижней нише, 1—6 — очередность взрывания

В тех случаях, когда уголь вынимают комбайном без предварительного создания ниши, в кутках лав остаются уступы целика угля, которые затем взрывают так же, как и кутки в лавах с машинным вру-

. Шпуры в кутках лав в зависимости от мощности пласта угля-располагают в один, два (рис 65) и три ряда Расстояния между Ъшурами в ряду принимают в пределах 0,6—0,8 м, а в слабых \т-IX — 0,9—1,1 м.

На пластах, имеющих большую крепость и вязкость угля, а Ртакже при наличии породных прослойков, прочно связанных с кровлей пласта, для обеспечения нормальной работы комбайна ^иногда уголь или поподные прослойки предварительно рыхлят 'взрыванием зарядов Вr в шпурах, расположенных в целике угля, f: Шпуры в заСоях кол! lv !iцивых лав располагают в один ряд в бо-*лее крепких слоях угля (рис 66, а) или в два ряда, вблизи пород-:*ных прослойков (рис 66 б), а иногда и в прослойках (рис. 66, в). Расстояния межп\ шп\рами в одном ряду принимают в *преде-лах* 0,8—2,4 м, но чаще 1—1,5 м. Глубину шпуров принимают равной глубине комбайновой выемк!

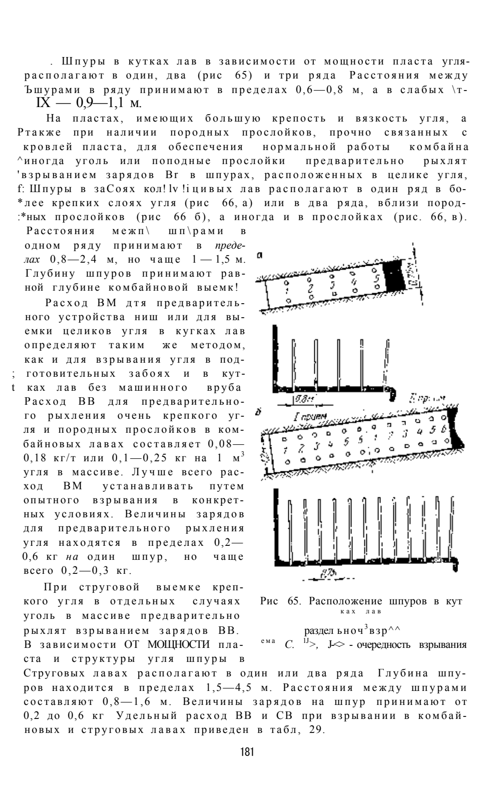


Рис 65. Расположение шпуров в кутках лав

раздел ьноч³взр^^

ема С. 1J>, J-<> - очередность взрывания

Расход ВМ дтя предварительного устройства ниш или для выемки целиков угля в кугках лав определяют таким же методом, как и для взрывания угля в под-; готовительных забоях и в кут-t ках лав без машинного вруба Расход ВВ для предварительного рыхления очень крепкого угля и породных прослойков в комбайновых лавах составляет 0,08—0,18 кг/т или 0,1—0,25 кг на 1 $м^3$ угля в массиве. Лучше всего расход ВМ устанавливать путем опытного взрывания в конкретных условиях. Величины зарядов для предварительного рыхления угля находятся в пределах 0,2—0,6 кг *на* один шпур, но чаще всего 0,2—0,3 кг.

При струговой выемке крепкого угля в отдельных случаях уголь в массиве предварительно рыхлят взрыванием зарядов ВВ. В зависимости ОТ МОЩНОСТИ пласта и структуры угля шпуры в Струговых лавах располагают в один или два ряда Глубина шпуров находится в пределах 1,5—4,5 м. Расстояния между шпурами составляют 0,8—1,6 м. Величины зарядов на шпур принимают от 0,2 до 0,6 кг Удельный расход ВВ и СВ при взрывании в комбайновых и струговых лавах приведен в табл, 29.

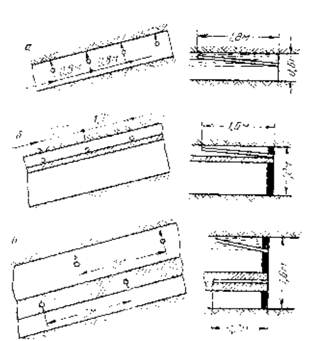


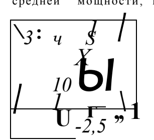
Рис 66 Примерное расположение шпуров для предварительного рыхления угля и прослойков породы в лавах

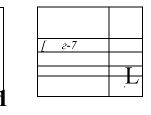
Таблица 29

	Удельны!Г: расход ВМ и теги массива					
	0 6-0,9		1 0-1 5		1 6-2,2	
	ВВ. кг	СВ.шт	В В , .	СВ шт.	ВВ, кг	СВ.шт
0,5-0,75	0,26—0,3	0 5—0,6	0,35-0 4	0 65-0,75	0,45-0,5	0,8—1,0
0,76-1,0	0,22—0,25	0 45—0,48	0 3!—0,34	0 6—0,64	0,4-0,44	0,72-0 75
1,05-1,3	0,18—0,2!	0,36—0,42	0 26-0 3	0 45—0,58	0,36-0,38	0,65—0,7
1,35—1,6	0,14—0 16	0 25—0,32	0,22-0,25	0,35-0,42	0,28-0,34	0,5—0 64
1,65-1,85	0 1—0,13	0 22—0 21	0,19-0 21	0 3—0,34	0 24—0,27	0,42—0 4S
1,9-2,2	0 08—0,09	0,18—0 2	0,16-0,18	0,26-0,28	0,2-0,23	0,38-0 4
2,25 и ботее	0,06—0,07	0 15—0,17	0 12—0,14	0 24-0,25	0,17—0,19	0,34-0,36

65. Взрывные работы при щитовой системе разработки

В Прокопьевско-Киселевском районе Кузбасса при разработке Тошных крутых пластов около 50% угля добывают при щитовой системе разработки. Щитовую систему разработки при разработке крутых пластов применяют и в других бассейнах и районах. На пластах мощностью 3—4,5 м применяют одинарные щиты малой мощности, при мощности пластов 4,6—6,5 м работы ведут с применением одинарных щитов средней мощности, на пластах мощностью 6,5—8 м применяют мощные одинарные щиты, на пластах мощностью 8—11 м — сверхмощные. Размеры секционных щитов по простиранию составляют 24—36 м, размеры отдельных секций 6—8 м. На пластах мощностью более 11 м иногда применяют сдвоенные щиты, которые составляют из одинарных щитов, расположенных параллельно один другому по мощности пласта и связанных металлическим канатом Такие сдвоенные щиты применяют на пластах с углом падения более 60°, а одинарные секционные — на пластах с углом падения 55—90°. Размер щитового столба по падению равен высоте этажа (80—100 м) или подэтажа (40—50 м). Имеются также щитовые крепи для пластов е углом падения 35—55°





Подготовку щитового столба начинают с проведения углеспускных печей по восстанию пласта с откаточного на вентиляционный горизонт. Печи располагают через 6 м по простиранию пласта угля. Рядом со щитовыми печами на расстоянии 8 м располагают ходовую печь. Ходовую и входную печи через 8 м соединяют сбойками. Эту печь при отработке следующего щитового столба используют для транспортирования угля. Печи обычно представляют собой разбуренные скважины диаметром от 0,65 до 1,3 м. Ходовую и вентиляционные печи необходимо обязательно крепить и иметь сечение в свету не менее 1,5 м^2. Меньшее сечение Допускают только на тонких пластах. На пластах мощностью 2—3 м сечение печей в свету принимают 1,2 м^2. С внедрением арочных щитов на пластах мощностью 1,3—1 м и даже 0,8 м ходовые печи проходят на всю мощность пласта. Проведение восстающих выработок значительно облегчается и ускоряется предварительным бурением скважин (рис 67), которые затем расширяют машинами, отбойными молотками или взрывными способами. Первоначальный диаметр скважин при бурении составляет 0,39—0,5 м, Дальнейшее расширение до требуемого диаметра (0,65—1,3 м)

ведут теми же буровыми машинами сверху вниз с применением специальных расширигелей С откаточного штрека скважины ч^ще всего бурят машинами СБМ-3у, ЬГА-2, с промежуточных штреков—легкими машинами ЛБС-2, ЛБС-4, БГА 2 Разбуривают скважины расширителями При расширении печей с применением ВВ бурение шпуров и взрывание в них зарядов ведут снизу вверх, затем возводят крепь.

Монтаж щита ведут в монтажной камере, называемой рассечкой. При проведении рассечки шнуры в ней располагают в три-

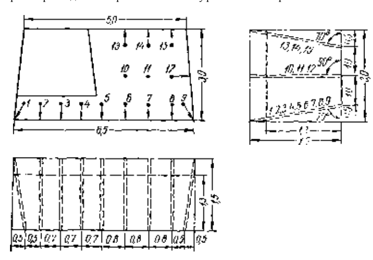
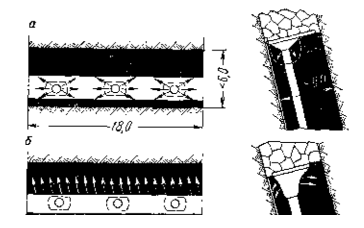


Рис G8. Расположение шпуров в рассечке

четыре ряда (рис 68). Величину заряда на шпур принимают равной 0,4—0,6 кг В особо слабых углях иногда бурят только нижний ряд шпуров, взрывом зарядов в них создают вруб (подбой), а верхнюю часть угля вынимают с применением отбойных молотков или других ручных инструментов После монтажа щита над ним создают подушку из обрушенных пород и угля, которая должна быть по высоте не менее мощности пласта угля Для образования подушки в кровлю, а иногда и в почву и в целик угля над смонтированным щитом бурят 60—120 шпуров глубиной 2—5 м В зависимости от глубины шпуров и крепости разрушаемых пород величину заряда на шнур принимают в пределах 0,8—3 кг.

Кровлю над смонтированным щитом иногда обрушают взрывами камерных зарядов, для производства взрыва которых составляют специальный проект с учетом требований «Временной инструкции по безопасному применению камерных зарядов для создания надщитовых подушек при разработке пластов, опасных по

орывам глины, в шахтах Кузбасас». Подготовительные выраки проводят буровзрывным способом. При заряжании зарядах камер предохранительным аммонитом в каждый заряд поешают по два патрона-боевика Перед укладкой боевиков всех юдей, кроме запятых заряжанием, с участка взрыва и соседних ними подземных участков выводят в безопасную зону Созданая подушка предохраняет щитовое перекрытие от ударов больших глыб породы, обрушающихся со значительной высоты по мерепродвижения щиiа.



Посадка одинарного щита за два приема

Выемку угля под щитом ведут с применением ВВ Работы иод Щитом начинают с \глубки канавы, которую предваритетьно создают при монтаже щита для вентиляции и прохода рабочих. В почве канавы шпуры располагают вокруг печей и в целиках между ними, глубина шпуров составляет 1,5—2 2 м, величина заряда на шнур — 0.6—0.8 кг Число шнуров на всю канаву при Длине щита 24 м составляет 32—40 при большей длине щита бхрят 50—70 шпуров До ьзрывания глубина канавы составляет 1 — 1.5 м (считая от щитового нерекрьния) После разборки ракрушенного угля в канаве и спуска его в печи приступают к бурению шпуров и взрыванию зарядов в опорных целиках Глубина шнчров находится в пределах от 1 до 2 м, величины зарядов составляют от 0-2 до 0,8 кг на шпур На рис 69 приведена схема посадки одинарного щита за два приема

Управление сдвоенными щитами несколько сложнее, чем одинарными. Процесс посадки сдвоенного щита на полный цикл скла-

лежачего канавы нод Щитом углубление бортов илГхотпя ff оД щитом вис^его бок? вание Целиков у лежачего бокя ^ЖЭЧего На висячей бок; взр»' ванне целиков у висяч о бока Г Г ® средних целиков в ^ которые операции объединяюти ^благоприятных условиях производят за "три приема рис 70) посадку сдвоенного

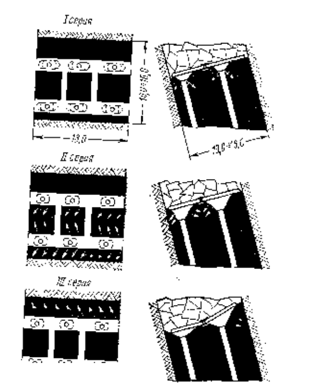


Рис 70 Посадка сдвоенного]

Работ, составленному на^ основании По паспорт>' буровзрывных На рис. 71 приведен наспоГ б Z 1 T * тм * и опытных мощность пласта 7,5 м угол пап Ж ^ Р ± Т для >'слоМЙ- вкрест простирания 6,5 м крепость v_r-^аСТ, , ширинз щитз забоя 30 м, принятый ша'г посадки шитя ^ длина Ютового Цикл 69, в качестве RR „„ Д щита 1,5 м> число шпуров на на 1 т взорванп еу?ля по 255 на ют аммонит ПЖВ-20, Расход ВВ угля и.^Ь кг, а электродетонаторов 0,43 шт.

-Посадку щита производят в три приема: I прием — взрывание шпуровых зарядов канавы; ц прием — взрывание средних •опорных целиков (полки) Ц1 прием — взрывание шпуровых зарядов опорных целиков лежачего и висячего боков. Средняя глубина шпура 1,6 м, средний заряд на шпур 0,6 кг, длина забойки не менее 0,5 м.

Важным условием нормальной работы щитового забоя является правильное расположение шпуров, определение величин зарядов и строгая последовательность их взрывания. Чтобы щит садился быстро и на ровную поверхность опорных целиков, концы шпуров должны быть точно расположены на одной линии от борта секции и на одном расстоянии от щитового перекрытия. Шпуры по опорным целикам во всех схемах бурят за габариты щита; по торцам и лежачему боку — на 20—30 см, по висячему боку — на 30—50 см. При этом достигается полное разрыхление целика угля, и породы подушки не попадают в рабочее пространство. При неравномерном разрушении опорных целиков щит может повиснуть на целике и порода из подушки через торцевые щели может попасть в рабочее пространство под щит.

Для приближенного определения потребности в ВМ для производства взрывных работ в Щитовых забоях в табл. 30 приведены данные удельного расхода ВВ и СВ на 1 $м^3$ взорванного угля в массиве. Для определения Удельного расхода ВВ и СВ на 1 т угля необходимо удельный Расход на 1 $м^3$ разделить на объемный вес угля (табл. 12).

Таблица 30

Мощность	Удельн!Л расход ВМ при взрывании 1 м> угольно тм я 7 п о ; " и					
	0 6—0 9		1 0-1 5		1 6—2 2	
	ВВ, кг	СВ шт	ВВ, кг	СВ, шт	ВВ, кг	СВ, шт
1,8-2,0	0,5—0,55	0,55—0,6	0,56—0,6	0,62—0,7	0 62—0,65	0,72—0,78
2,1—3,5	0,4—0,45	0 5—0,54	0,48—0,52	0,58—0,6	0 52—0,55	0,64—0 68
3 6—5 5	0,32—0,36	0,42—0,44	0,4—0,44	0,53—0,56	0 45—0,48	0 6—0,0-,
5,6 и более	0,28—0,3	04—0,42	0,32—0,36	0,5—0,51	0,36—0,42	0,55—0,58

§ 66. Взрывные работы при слоевой системе разработки, скважинном методе и гидродобыче

Мощные пласты угля часто разрабатывают с делением их на слои. При этом работы ведут горизонтальными, наклонными, поперечно-наклонными или диагональными слоями. При системе разработки наклонными слоями пласт разделяют на слои толщиной 2,5—3,5 м Наиболее эффективно наклонными слоями работают на пологих и наклонных пластах. При выемке угля в наклонном слое с применением ВВ шпуры в слое располагают так же, как и в лавах без машинного вруба.

При системе разработки горизонтальными слоями пласт разбивают на горизонтальные слои толщиной 1,5—3,5 м. При мощности вынимаемого слоя 3,5 м шпуры располагают в три-четыре ряда Глубина шпуров составляет 1,1—1,3 м, величину заряда на шпур принимают от 0.2 до 0,4 кг. Удельный расход ВВ с работоспособностью 280 см^3 составляет 0,28—0,42 кг/м^3 или 0,2—0,3 кг/т. электродетонаторов 0,7—0,9 шт /м^3 или 0,5—0,65 шт /т.

Систему разработки поперечно-наклонными слоями применяют при разработке пластов угля мощностью более Ю м е углом наклона от 40 до 70° Слои толщиной 2,5—3,5 м располагают вкрест простирания пласта под углом 35—45° к падению слоев от висячего бока пласта к лежачему При работе с закладкой выемку слоев ведут а восходящем порядке Виемку угля ведут с применением ВВ Шпуры в слое распола1ают в три четыре ряда (рис 72). Глубина шпуров составляет 1,1 — 1,3 м, средняя величина заряда на шпур — 0,4 ki Сдельный расход ВВ к. работоспособностью 280 см' составляет 0,3—0,4 кг/м^3 или 0,22—0,28 кг/т, электродетонаторов 0,7—0,8 шт ,м^3 или 0,5—0,6 шт./т.

Взрывные работы по углю с применением скважин ведут на пластах с углом падения 55—90° мощностью 1—4 м с устойчивыми боковыми породами При этом пласты угля должны быть выдержаны но мощности и иметь залегание без геологических на-

щений (без перегибов, сбросов, пережимов и др). Скважины гпят по восстанию параллельно открытой плоскости забоя с ниж-Bfo штрека на обрезной (вентиляционный). Глубина скважин вставляет от 8 до 22 м, диаметр 42—45 мм, расстояние между йсважинами по простиранию пласта составляет 1,2—1,3 м Одновременно взрывают 1—4 скважины или рядов скважин При мощности угля 1—1,4 м скважины располагают в один ряд, при мощности пласта 1,5—2,5 м — в два ряда, при мощности пласта 2,6— щ м — в три ряда. Скважины заряжаются аммонитом ПЖВ-20

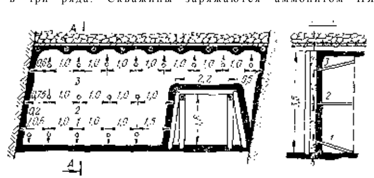


Рис 72 Расположение шпуров в забое горизонтального слоя

или Т-19 в патронах диаметром 36 мм. При заряжании скважин сплошную забойку длиной 1,5—1,8 м выполняют с обоих концов ее. Удельный расход ВВ в зависимости от мощности пласта и крепости угля составляет 0,3—0,5 кг/м^3.

Взрывные работы при гидродобыче. Почти на всех гидроучастках шахт Кузбасса и Донбасса угольный массив предварительно рыхлят при помощи ВВ Шпуры в каждой закрытой заходке располагают веером в два поперечных ряда с расстояниями между зарядами до 2 м Глубину шпхров принимают 1,5—4,5 м Шпуры располагают не ближе чем на 1,5 м от предыдущей зачодки В зависимости от глубины шпуров величина заряда на шпур составляет 0,6—1,6 кг. При взрывании всей группы шпуровых зарядов Целик угля не должен разрушаться в сторону предыдущей за ходки.

§ 67. Взрывные работы в забоях бутовых штреков и при обрушении кровли

При управлении кровлей частичной закладкой выработанного пространства в лаве из породы выкладывают так называемые бутовые полосы Для получения породы вслед за подвиганием лавы ведут бутовые штреки с подрывкой кровли, а при весьма крепких

породах в кровле иногда подрывают почву. Толщина подрывки породы (0,6—1,6 м) зависит от мощности вынимаемого пласта угля, ширины выкладываемых бутовых полос

В зависимости от толщины подрывки, ширины бутового штрека, крепости породы и работоспособности ВВ бурят от двух до четырех шпуров. Производство взрывных работ в бутовых штреках в шахтах, опасных по метану или угольной пыли, особенно опасно. В большинстве лав за каждым циклом выемки угля непосредственная кровля оседает, в результате чего в кровле образуются вертикальные и горизонтальные трещины, которые нередко заполняются метано-воздушной смесью. При взрыве зарядов ВВ, пересекающих такие трещины, может произойти взрыв метано-воздушной смеси. В таких условиях шпуры необходимо располагать так, чтобы они не пересекали трещин и не находились вблизи них. В зависимости от наличия во взрываемом массиве породы трещин и их направления шпуры следует располагать в направлении от выработанного пространства к угольному забою (рис 73) или от угольного забоя (рис 74) к выработанному пространству лавы. Бурильщик перед бурением шпуров должен внимательно осмотреть состояние пород кровли, установить направление трещин и только после этого выбирать расположение и направление шпуров. При расположении шпуров с направлением от угольного забоя к подрывке нужно следить за тем, чтобы дно шпуров было на расстоянии не менее 0,3 м от открытой поверхности и шпур не пересекал горизонтальных трещин.

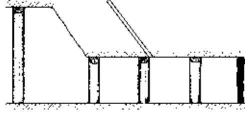


Рис 73 Расположение шп>ров в подрывке бутовых штреков с направлением от уголь-

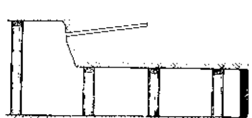
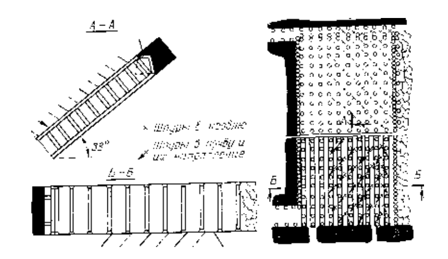


Рис 74 Подрывка бутов рами, направленными к

При управлении кровлей полным обрушением на пологих и наклонных пластах угля иногда бурят шпуры в обрушаемой кровле и взрывают в них заряды ВВ с тем, чтобы ускорить обрушение пород кровли. В зависимости от трудности обрушения кровли число пробуриваемых шпуров, их глубина и расположение, а также величины зарядов могут быть различными Шпуры бурят в обрушаемом участке крови через специально оставленные в'органной крепи окна. Если в обрушаемом участке кровли оставляются контрольные стойки, то под ними в почве или над ними в кровле целесообразно бурить шпуры с таким расчетом, чтобы при взрыве в них зарядов контрольные стойки были выбиты или сломаны.

В последние годы на шахтах Кузбасса, Карагандинского бассейна и Воркуты при разработке мощных пластов широко применяют взрывной способ перебивания элементов деревянной крепи при посадке или обрушении кровли. Для перебивания деревянных стоек в шахтах, опасных по взрыву метано- и пылевоздушных смесей, применяют патроны предохранительного угленита № 5. В стойках, подлежащих разрушению, бурят шпуры диаметром 44—46 мм и глубиной 120—140 мм, но не более $^{2}/_{3}$ диаметра стойки. Шпуры в стойках бурят с небольшим наклоном к почве или вниз, чтобы при заряжании патроны не выпадали из шпура Число перебиваемых взрывом стоек определяют с учетом состояния кровли выработанного пространства, сохранности забойной и старой органной крепи Стойки старого органного ряда обуривают по высоте в шахматном порядке. Шпуры в соседних стойках при этом должны быть смещены по высоте друг относительно друга на 40—60 см, чтобы обеспечить полное перебивание стоек. В стойках забойной крепи шпуры бурят на такой высоте, чтобы удобно было бурить и заряжать. Для предохранения новой органной крепи от разрушающего действия взрывной волны стойки контрольного ряда (или ленты) крепи, прилегающей к этому



органному ряду со стороны выработанного пространства, при необходимости не обуривают ч не взрывают Все стоики крепи вь:п боганного пространства обуривают только со стороны завала 'я;; исключением стоек старой органной креии, которые обуривают со стороны забоя

На пластах с трудиообрушаемой кровлей иногда применяют кол!бинированную посадку кровли — путем перебивания взрывом деревянной крепи и взрыванием усиленных зарядов в шпурах пообуренных в кровле выработанного пространства В этом случае заряды в кровле необходимо взрывать с интервалом не бол<>е 30 мс, а в стойках — с применением электродетоиаторов мгновенного действия.

При обрушении кровли на наклонных и крутых пластах не большой мощности иногда породы кровли или почвы или кровлн ц почвы взрывают под каждой стойкой (рис. 75) с тем, чтобы взрывом выбить их и тем самым раскрепить обрушаемый участок выработанного пространства лавы. Глубину шпуров принимают в пределах 0,8—1,2 м, величину заряда (угленита № 5) на шпур — 0,3—0,6 кг Все заряды взрывают одновременно с применением электродетонаторов мгновенного действия Такая посадка кровли повышает безопасность и производительность посадчиков.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛ XV

1 Где и как производят взрывные работы в очистных забоях'
2 Как располагают шпуры в подрывке бутовых штреков'
3 Как г.рочзьодят взрывную посадку кровли на мощных крутых пластахг

ГЛАВА XII

ВЕДЕНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

§ 68. Паспорт буровзрывных работ, порядок его составления и оформления

Паспорт буровзрывных работ (см. приложение 6) составляют на основании расчетных данных и опытных взрывов при проведении подготовительных выработок и для очистных забоев. Опытные взрывы проводят по временным схемам расположения шпуров с указанием величин шпуровых зарядов и последовательности **НУ** взрывания Опытные взрывы проводят мастера-взрывники под руководством начальника или помощника начальника участка, в присутствии бригадира проходческой или добычной бригадк при строгом выполнении требований Единых правил безопасность В каждом забое производят не менее трех опытных взрывов, а при получении неудовлетворительных результатов их число увеличивают. В ходе опытных взрывов при необходимости изме няют число, расположение, направление и глубину шпуров, ве личины зарядов и очередность их взрывания. Параметры паспорта считают отработанными, если выполнение буровзрывных рабо" обеспечивает высокие технические и экономические показатели.

После проведения опытных взрывов и получения удовлетво рительных результатов начальник участка или его помощник на типовом бланке составляет паспорт буровзрывных работ, который согласовывают с начальником участка вентиляции и техники безопасности или пылевентиляцчонной службы и начальником участка буровзрывных работ. Паспорт утверждает главный инженер шахты (шахтоуправления). Паспорт составляют в четырех экземплярах — один экземпляр находится на участке, второй — У руководителя буровзрывными работами, третий —в забое выработки, четвертый — у главного инженера. С паспортом буровзрывных работ должны быть ознакомлены под расписку і нженернотехнчческие работники данного участка, а также рабочие, подготавливающие забой к взрывным работам.

Места выставления постов охраны в паспорте обозначают знаком О, запретные знаки на исходящей струе воздуха обозначают знаком -{-, место нахождения мастера-взрывника но время взры вания — знаком + От места взрывания до каждого условногс обозначения указывают расстояние в метрах. В разделе «-Дополнительные требования» при необходимости указывают дополни-

тельные мероприятия по безопасному ведению взрывных рабог С изменением горногеоло1ических условий с разрешения главного инженера шахты, утвердившего паспорт, или начальника участка (смены) в отдельных случаях допускаются единовременные отступления от паспорта буровзрывных работ, но эти отступления не должны противоречить требованиям Единых правил безопасности

Опытные взрывы для установления требуемых показателей при составлении паспорта буровзрывных работ, а также зарядов в шпурах (подбурках) для удаления навесов и выравнивания забоя, подрывки почвы и расширения выработки при перерeплешш ее, доведении контура выработки до предусмотренного паспортом и ликвидации отказавших зарядов разрешается взрывать без паспорта буровзрывных рабог, но в соответствии с требованиями Единых правил безопасности

§ 69. Выбор взрывчатых материалов, получение их на складе и оформтение нарядов-путевок

В связи с разнообразием условий ведения взрывных работ в угольных шахтах правильный выбор ВВ и СВ имеет большое значение в обеспечении безопасности и эффективности взрывных, работ

Для взрывания крепкие и средней крепости пород при проведении подготовительных выработок полностью по породе, в за боях которых нет выделения метана, можно применять водоустойчивые непредохранительные ВВ (аммонит скальный № 1 прессованный, детониты, аммонит № 6ЖВ и др). При проведении выра боток по породам ниже средней крепости и слабым, кроме предохранительных ВВ, можно применять и непредохранительные ВВ, например аммонит Kb 6ЖВ

Для взрывания угля и породы в смешанных забоях подготовительных выработок и очистных забоях в шахтах, не опасных по взрыву метана и угольной пыли, можно применять непредохранительные и предохранительные ВВ III и IV классов В шахтам не опасных по взрыву метана и угольной пыли, следует применять только электрический способ взрывания При этом разрешается применять ЭД мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия. Число приемов взрывания зарядов в таких шахтах не ограничивается

В шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, в забоях, где выделяется метан или пересекающих угольный mac, разрешается применять только предохранительные ВВ и ЭД, допущенные для этих условий Госгортехнадзором СССР

В шахтах, опасных по газу всех категорий или опасных по пыли, при углубке по породе стволов с действующих горизонтов шахт, а также при прохождении только по породе горизонтальных и наклонных выработок на действующих и строящихся

шахтах допускается применение непредохранительных ВВ и ЭД замедленного действия при условии: выработки, в которых при меняются непредохранительные ВВ и ЭД замедленного действия непрерывно проветриваются свежей струей воздуха, забои выработок не содержат угольные пласты или пропластки, отсутствует выделение метана в забое, перед заряжанием и каждым очеред ным взрыванием замеряют содержание метана.

При подходе таких выработок к угольным пластам на расстоя ние 5 м, а также после пересечения угольных пластов на расстоянии 20 м обязательно применение предохранительных ВВ и ЭД мгновенного и короткозамедленного действия Во всех случаях необходимо применять только качественные ВВ и проверенные СВ

Наряд-путевку на производство взрывных работ заполняет и подписывает начальник участка или его помощник; на шахтах, опасных по взрыву метана или пыли, ее подписывает также начальник участка вентиляции и техники безопасности или пылевентиляционной службы или их заместители. В наряд-путевке указывают фамилию и инициалы мастера-взрывника и его рабочий номер. Если выписано более 12 кг ВВ, то в наряд-путевке указывают фамилию и рабочий номер подносчиков

Чтобы избежать получения излишнего количества ВВ и СВ и необходимости его возврата на склад ВМ, на шахтах должен быть установлен надлежащий порядок их получения по наряд-путевке Сменный технадзор участка или бригадир должны в кон це смены сообщать на склад ВМ, участок буровзрывных работ или пылевентиляционной службы действительное положение в забоях и необходимое количество ВМ для производства взрывных работ И если необходимое количество ВМ расходится (в меньшую сторону) с выписанным (по паспорту) в наряд-путев ке, то мастеру-взрывнику необходимо получать на складе ВМ соответственно меньше ВВ и СВ, о чем раздатчик делает запись в наряд-путевке

В первой колонке наряд-путевки указывают наименование выработок, где необходимо производить взрывные работы. Далее указывают число и глубину шпуров, массу заряда на один шпур, наименование и количество выписанных ВВ и СВ на каждый за бой отдельной строчкой. При выписке электродетонаторов указы вают число ЭД каждого замедления.

Мастер-взрывник, получив оформленную наряд-путевку, от правляется на расходный склад и предъявляет ее раздатчику склада ВМ, который должен сличить подписи с имеющимися на складе образцами подписей Раздатчик должен выдавать мастеру взрывнику только те ВМ, которые указаны в наряде-путевке. Мастер-взрывник, получив ВМ, внимательно проверяет состояние патронов ВВ и ЭД, и если они окажутся отсыревшими или имеют Другие дефекты, то он отказывается получить такие ВМ.

При огневом взрывании мастер-взрывник должен получать на складе готовые зажигательные трубки с необходимой длиной огне-

ароводного шнура. Если готовых зажигательных трубок на складе нет, то он получает КД, огнепроводный шнур и сам изготавливает зажигательные трубки в соответствии с § 36 данной книги.

§ 70. Проверка состояния забоя, расположение и очистка шпуров

Мастер-взрывник, придя в забой, должен внимательно осмотреть крепь, проверить состояние проветривания забоя и прилегающих выработок. Если забой и прилегающие к нему выработки

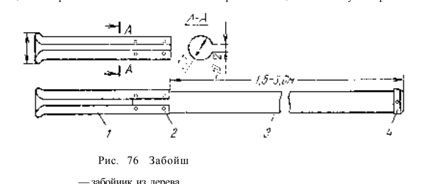


Рис. 76 Забойш

— забойиик из дерева

троветриваются недостаточно, то производить взрывные работы нельзя. Запрещается заряжать и взрывать заряды в случае отставания крепи в забое на величину более предусмотренной паспортом крепления или если крепь забоя нарушена. Нельзя также производить заряжание шпуров и взрывание зарядов, если ближе 20 м от заряжаемых шпуров находится неубранная отбитая горная масса, вагонетки или предметы, загромождающие зыработку более чем на одну треть ее поперечного сечения, затрудняющие проветривание забоя (лавы) и выход из него.

При правильном закреплении призабойною пространства и нормальном проветривании выработки мастер-взрывник должен троверить соотве1ствие расположения, направления и глубины лпуров паспорту буровзрывных работ. Перед заряжанием шпуры должны быть тщательно очищены от буровой мелочи и грязи Эго необходимо для того, чтобы можно было легко послать патроны в шпур и чтобы исключить возможность образования пере-ыпок между торцами патронов, которые могут привести к непол ной детонации заряда или к выгоранию части ВВ в шпуре. При наличии вблизи забоя сжатого воздуха шпуры можно очистить тродувкой или воздухом через трубку, вставленную в шпур. Шпуры можно очистить промыванием их водой под давлением с использованием той же трубки При отсутствии вблизи забоя сжато-

го воздуха и воды шпуры можно очистить деревянным забойником с металлическим лотком-чищалкой (рис 76), предложенным М. А. Магойченковым. Забойиик с лотком-чищалкой вводится в шпур так, чтобы прорезь в лотке была обращена вверх Дослав лоток ко дну шпура, нужно его медленно вынуть из шпура и очистить лоток от буровой мелочи, сле!ка постукивая концом о породу или уголь. Забопником с лотком-чищалкой легко и быстро можно очистить шпуры, расположенные горизонтально или наклонно вверх или вниз

§ 71. Подача сигналов и выставление постов охраны

Убедившись, что состояние крепи в призабойном пространстве хорошее, проветривание забоя и прилегающих выработок достаточное, материалы для забойки шпуров имеются, мастер-взрывник приступает к заряжанию шпуров. Перед заряжанием шпуров мастер-взрывник должен подать первый сигнал — предупредительный (один продолжительный свисток). По этому сигналу все люди, не занятые заряжанием, должны быть удалены в безопасное место, указанное в паспорте буровзрывных работ. Выработки, где должны находиться люди во время ведения взрывных работ, должны быть хорошо закретены, иметь нормальное проветривание В местах возможного входа в опасную зону сменным надзором, бригадиром или звеньевым дотжны быть выставлены посты охраны В выработках, по которым распространяются газообразные продукты взрыва, посты не выставляют В этих выработках необходимо устанавливать кресты из досок, на которых закрепляют четкую надпись: *Запрещается вход, ведутся взрывные работы.*

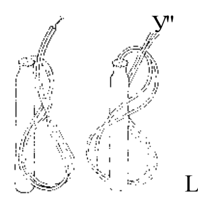
После окончания заряжания и удаления связанных с этим лиц в безопасное место мастер-взрывник монтирует электровзрывиую сеть и проверяет ее исправность с безопасного места и только после этого подает второй сигнал — боевой (два продолжительных свистка) После этого сшнала мастер-взрывник, находясь в безопасном месте, приводит в действие взрывную машинку или втлючает ток.

Третий сигнал — отбой (три коротких сигнала) подается мастером-взрывником после достаточною проветривания выработки и осмотра забоя Этот сигнал означает окончание взрывных работ в забое При осмотре забоя мастер-взрывник должен убедиться в отсутствии отказавших (невзорвавшихся) зарядов, неполных взрывов ВВ в шпурах или выброшенных патронов во взорванную породу (уголь) Убедившись, что забой, где проводились взрывные работы, находится в безопасном состоянии, мастер-взрывник разрешает рабочим выполнять дальнейшие работы. При этом охранные посты и запрещающие знаки снимают.

§ 72. Организация и техника заряжания шпуров

Приступая к заряжанию шпуров, мастер-взрывник размещает сумку с ВВ поблизости в хорошо закрепленном безопасном месте В шахтах патроны-боевики необходимо изготовлять непосредственно перед заряжанием каждого шпура или комплекта шпуроь

При электрическом взрывании допускается патрон-боевик изготавливать в следующей последовательности. В верхнем торце патрона ВВ при помощи медной, бронзовой или алюминиевой наколки делают углубление, i которое вводят ЭД на Е. Ю длину его гильзы, и закимляют в патроне набрась нием и затягиванием nei Vi из проводов ЭД на кош \ патрона-боевика. При та ком закреплении ЭД не исключена возможность нарушения изоляции и коротко го замыкания проводов в месте затягивания пет iг при досылке патрона бое вика в шпур, что може привести к отказу. Поэтом> лучше петлю делать из одного провода ЭД, которую набрасывают на конег патрона-боевнка и туго затягивают (рис 77). При таком закреплении ЭД исключена возможность короткого замыкания прово дов прп затягивании петли и при досылке патрона-боевика в шпур



77. Патрон-боевик при электровзрывании

Для предупреждения воздействия токов утечки при взрывных работах исключают возможность контакта оголенных концевых проводов ЭД или оголенных магистральных проводов электро взрывной сети с металлическими предметами большой протяжен ности (рельсы, трубы, арки металлической крепи и др) тщатель ной изоляцией всех сростков электровзрывной сети, применением магистральных проводов с хорошей изоляцией, подвешиванием их, исключающим непосредственное соприкосновение проводов с породой, трубами и другими металлическими предметами большой протяженности.

При изготовлении патрона-боевика для огневого взрывания в верхнем торце патрона ВВ бумажную оботочку разворачивакт и затем деревянной наколкой (/) делают углубление в патроне ВВ, в которое вводят КД с огнепроводным шнуром на всю длину гильзы. После этого конец развернутой оболочки патрона

собирают в складки, прижимают вокруг ОШ зажигательной трубки [Н, IН) и прочно обвязывают шпагатом *{IV)* (рис. 78). Патроны порошкообразных ВВ в мягкой оболочке до ввода в них ЭД или КД следует хорошо размять, не нарушая целостности оболочки. *Патроны-боевики из прессованных* аммонитов можно изготовлять только из патронов со специальными гнездами, изготовленными на заводе; расширять и углублять имеющиеся в патроне и делать новые гнезда категорически запрещается.

При заряжании шпуров патроны ВВ вводить в шпур должен только мастер-взрывник, при этом он пользуется специальным забойником. Порошкообразные аммиачно-сслитренные ВВ в патро-

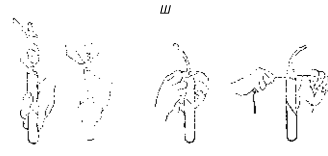


Рис. 78 Постездватетьность изготовления патрона-боевика при огневом взрывании

нах с мягкой оболочкой перед введением в шпур следует разминать без нарушения целостности оболочки Сильно слежавшиеся (не поддающиеся разчятию руками) и увлажненные ВВ применять нельзя. При заряжании мастер-взрывник помещает каждый патрон ВВ в устье шпура, последующим патроном подвигает его в шпур, затем забопником досылает весь заряд до дна шпура и слегка прижимает его для того, чтобы патроны своими торцами плотно прилегали один к другому. Заряд (патрон-боевик) следует посылать в шпур осторожно, без больших усилий и толчков. Запрещается проталкивать патрон-боевик, если он застрянет в шпуре, не дойдя до предыдущих патронов, а также вытаскивать ею из шпура за провода ЭД или за огнепроводный шнур зажигательной трубки. Патрон-боевик следует располагать первым от устья шпура. ЭД необходимо помещать в обращенной к устью шпура торцевой части патрона так, чтобы дно гильзы ЭД было направлено к дну шпура. Запрещается введение в заряд дополнительных детонаторов в качестве оживителей. При рассредоточенных зарядах в каждой его части может быть помещен только один патрон боевик. При взрывании зарядов в глубоких шпурах (скважинах) разрешается вводить в торец патрона-боевика два однотипных ЭД, *соединенных между* собой последовательно. Для

большей надежности и обеспечения полноты детонации рассредоточенных, а также скважинных зарядов ВВ лучше применять детонирующий шнур по всей длине заряда.

При заряжании восстающих шпуров, для предупреждения выпадания патронов из шпура их нужно посылать в шпур одновременно с глиняным пыжом. Дослав патроны до дна шпура, пыж раздавливают на все сечение шпура, затем делают забойку. Заряжание шпуров, расположенных на высоте более 2 м от почвы, допускается только с лестницы или козлов.

С уменьшением зазора между боковой поверхностью патронов и стенкой шпура взрывные газы в начальный момент не могут свободно и быстро расширяться, что препятствует разбросу внешнего слоя ВВ и уменьшает относительные потери газов в боковых направлениях Все это увеличивает давление взрывных газов, повышает скорость и улучшает условия детонации заряда, а также уменьшает вероятность неполной детонации или выгорания ВВ в шпуре. Плотность заряжания шпура — это отношение массы заряда к объему заряженной части шпура,

где d_a — диаметр патрона или заряда ВВ, см; d_m — средний диаметр заряженной части шпура, см; р — плотность ВВ в патроне или заряде, г/см^3.

Забойку шпура выполняют после размещения в нем заряда, свободное от заряда пространство шпура заполняют негорючими материалами.

§ 73. Забойка шпуров и ее значение

Забойка шпуров в значительной мере предотвращает потерь энергии в процессе детонации заряда ВВ, обеспечивает полноту детонации и дает возможность максимально использовать потенциальную энергию взрыва. Забойка способствует увеличению длительности воздействия продуктов детонации на сгенки шпура, импульса взрыва и, как следствие, улучшению дробления породы и коэффициента использования шпуров. Кроме того, забойка шпуров способствует уменьшению дальности разлета кусков породы, ослабляет воздушную ударную волну. Поэтому во всех случаях применение забойки целесообразно, а в шахтах, опасных но взрыву метана или угольной ныли,— обязательно. Забойку шпуров может выполнять мастер-взрывник или проинструктированный рабочий, выделенный ему в помощь.

В качестве забоечного материала можно применять смесь из »/э глины и 'Л крупнозернистого песка. Песчано-глиняные пыжи

изготовляют шнековыми или гидравлическими машинами, при небольших объемах взрывных работ—вручную Длина пыжей составляет 15—20 см, диаметр должен быть на 2—3 мм меньше диаметра применяемых патронов ВВ. При выпотнении забойки первый пыж досылают до заряда ВВ и слегка прижимают к нему, последующие пыжи раздавливают в шпуре и уплотняют.

В забоях выработок, проводимых горизонтально и наклонно, где имеется сжатый воздух, в качестве забоечного материала применяют крупны? или среднезернистый песок, а для введения его в шпур используют пневмозабойник (рис. 79). К забойке шпуров песком с применением пневмозабойника приступают лишь после заряжания патронов ВВ и введения шпур по одному песчано-глиняному пыжу При работе с пневмозабойником нужно следить за тем, чтобы вместе с песком не были увлечены в шпур провода ЭД.

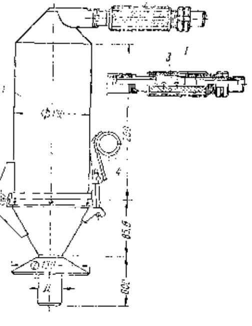


Рис. 79 Пневмозабойник-
' ~ корп п У ус к^нТГ. рТоикаТамора* ~ КоР"

При заряжании шпуров в забоях вертикальных стволов в качестве забоечного материала применяют гранулированный шлак, мелкий гравий или песчано-глиняные пыжи.

Влияние массы и материала забойки на эффективность взрыва подтверждено многочисленными опытами. Проведенные опыты в бомбе Трауцля показали (табл. 31, 32), что забойка из воды соответствует значительно меньшему объему расширения канала бомбы, нежели другие испытанные материалы. При взрывании без забойки объем расширения канала минимальный — 319 $см^3$. Лучшим материалом для забойки оказалась плотная смесь глины с крупнозернистым песком, состоящая из трех частей глины и одной части песка. В зависимости от влажности глины для изготовления песчано-глиняной смеси добавляют 15—18% воды При заблаговременном машинном изготовлении песчано-глиняных пыжей для предотвращения их от быстрого высыхания к воде нужно добавлять 2—3% хлористого кальция или 5% поваренной соли.

	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Вода	41[illegible]	462	5[illegible]3
Песок сухой без уплотнения	45[illegible]	504	54[illegible]
Влажная глина с уплотнением	4[illegible]	740	69[illegible]
Смесь с уплотнением при соотношении влажной глины и песка			
13	568	587	61[illegible]
	[illegible]92	655	861
	566	698	872

Материал забойки, иг——- :е канале	Ра сш Ге^к					
	6,25		»	«	I co	:oo
Огнеупорная влажпач глина	507	1»	623	643	695	-13
Влажный песок .	46")	I 523	603	645	697	696
Сухой песок	462	304	569	1 587	636	

§ 74. Соединение электродетонаторов в забое, проверка электровзрывной сети и взрывание

После заряжания и забойки шпуров и удаления вспомогательных рабочих в безопасное место масгер-взрывник приступает к монтажу электровзрывной сети. Соединение ЭД должно быть последовательным, гри котором один конец выводного провода, выходящий из шпура, соединяют с одним концом провода из соседнего шпура, а второй — с концом другого соседнего шпура и т д (см. рис 26). Оставшиеся два свободных конца выводных проводов присоединяют к концам магистрального провода Соединяемые концы проводов должны бьпь хорошо зачищены, плотно скручены и помещены в специальный зажим (рис 80). В паспорте

взрывного прибора указано предельно допустимое сопротивление взрывной сети. Поэтому мастер-взрывник должен предварительно определить сопротивление электровзрывной цепи, которое состоит из сопротивления всех проводов и всех ЭД:

$$R_c = n_a r_{,,} \quad 4\text{-tf} \quad \text{Ом}, \tag{42}$$

где Яд—число последовательно соединенных ЭД в цепи; $r_д$—среднее сопротивление одного ЭД, Ом; $R_{пр}$ — сопротивление всех проводов в цепи, Ом

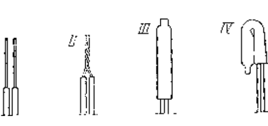


Рис 80 Зажимы для соединения и изоляции сростков проводов
/ — зачищенные концы детонаторных проводов; // — скрутка, /// — зажим, надетый на скрутку; IV — согнутый зажим

Мастер-взрывник после проверки сопротивления ЭД на складе ВМ должен следить, чтобы концы выводных проводов были замкнуты накоротко до соединения их во взрывную сеть Концы магистральных проводов, предназначенные для подсоединения к взрывному прибору, также должны быть замкнуты накоротко, и размыкать их можно только перед взрыванием. После подсо-единения к ЭД магистральные провода прокладывают или подвешивают так, чтобы они не касались металлических предметов и были в стороне от электропроводов и кабелей Использование воды, земли, труб, рельсов, канатов и т п в качестве одного из магистральных проводов категорически запрещено

После монтажа электровзрывной сети проверяют ее целость и сопротивление с безопасного места. Если проверка покажет, что электровзрывная сеть исправна, то мастер-взрывник подсоединяет концы магистральных проводов к взрывному прибору, подает •боевой сигнал и приводит в действие взрывной прибор После взрывания мастер-взрывник отсоединяет магистральные провода от взрывной машинки и замыкает их накоротко. Подходить к забою разрешается только после достаточного его проветривания, но не ранее чем через 15 мин после взрывания

Если при приведении в действие взрывного прибора взрыва не последует, то мастер-взрывник должен отсоединить магистральные

провода от прибора, концы их накоротко замкнуть, взять с собой ключ от прибора и только после этого выяснить причины отказа взрыва. Подходить к взрываемым зарядам в этом случае можно не ранее чем через 10 мин, независимо от типа применяемых ЭД. При выяснении причин отказа взрыва всех ЭД мастер-взрывник прежде всего проверяет проводимость или целость магистральных проводов, для чего концы их отсоединяет от ЭД и замыкает накоротко, к другим концам подсоединяет прибор ВИО-3 и проверяет проводимость или же при помощи измерительного прибора ПИВ-100 проверяет сопротивление магистральных проводов. Если магистральные провода исправны, проверяют надежность соединения всех сростков в соединениях ЭД. Если при проверке магистральных проводов и всех соединений ЭД не удалось выяснить причину отказа, то проверяют исправность ЭД, для чего соединенные ЭД делят на две группы и в каждой группе проверяют проводимость, затем группу, где нет проводимости, делят снова на две группы и проверяют и т. д. до тех пор, пока не обнаружат неисправные ЭД в электровзрывной сети.

§ 75. Особенности взрывных работ в вертикальных шахтных стволах

При проходке вертикальных шахтных стволов применяют в забоях, в которых допущены непредохранительные ВВ, аммонит водоустойчивый № 6ЖВ, скальный аммонит № 1, аммонал водоустойчивый и др. Инициирование зарядов выполняют электродетонаторами мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия. Выводные провода электродетонаторов должны иметь длину не менее 2,5 м.

Патроны-боевики разрешается изготовлять на поверхности в зарядных будках, расположенных от зданий, сооружений и коммуникаций, а также от стволов шахты на расстоянии не менее 50 м. При углубке стволов с действующих горизонтов допускается по согласованию с органами Госгортехнадзора союзной республики изготовлять патроны-боевики в специально отведенной камере на одном из горизонтов шахты

ВВ в ствол опускают после выдачи из забоя бурового и другого оборудования, а при параллельном способе проходки — после поднятия на поверхность проходчиков, занятых креплением на рабочем полке. При этом в забое могут находиться только проходчики, участвующие в заряжании шпуров, сменный технический надзор, рабочие, обслуживающие насос, сопровождающие бадью через раструбы Другие работы на полках и выше по стволу во время заряжания шпуров запрещены. Готовые патроны-боевики в ствол опускают в подъемном сосуде, причем боевики следует помещать в сумки или специальные ящики. Спуск патронов-боевиков необходимо производить отдельно от основного ВВ, при этом в опускае мой бадье может находиться только мастер-взрывник, сопровождающий боевики. Скорость спуска не должна превышать 1 *м/с.* а при спуске сосудов по направляющим — 2 м/с.

При проходке и углубке стволов все вновь пробуриваемые шпуры должны быть смещены по окружности по отношению к стаканам от предыдущего цикла, но без нарушения при этом приипвпиальной схемы расположения шпуров.

Заряжание шпуров выполняет мастер-взрывник, в помощь которому выделяют проходчиков, имеющих «Единую книжку взрывника». При заряжении шпуров в сухих забоях патроны в шпур опускают один за другим без досылки каждого патрона. Все пагроны в шпур забойником досылают до дна шпура, а затем осторожно досылают патрон-боевик. Шпуры, находящиеся в воде, можно заряжать с применением металлических зондов (рис. 81), предложенных М. А. Магойченковым. Для облегчения и ускорения заряжания шпуров применяют составные заряды, заготовленные заранее: несколько патронов ВВ, помещенных в полиэтиленовый или полихлорвиниловый шланг соответствующего диаметра. Такие заряды переносят или перевозят от зарядной будки до ствола и опускают в ствол в специальных ящиках. Опускание их в шпур выполняют так же, как и обычных патронов.

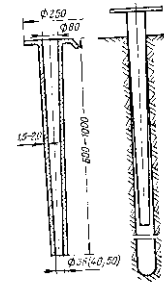


Рис 81. Зонд для заряжай шпуров в забоях шяхти-

В качестве забоечного материала применяют гранулированный шлак, мелкий гравий или песчано-глиняные пыжи. При уплотнении забойки в шпуре необходимо следить, чтобы выводные провода не попали обратно в шпур После забойки в шпур вставляют колышек, на котором закрепляют выводные провода.

При монтаже электровзрывной сети в забое должно бьйъ не более трех человек (мастер-взрывник, его помощник, а также лчцо сменного технического надзора). При параллельном соединении ЭД *антенные* провода *перед* спуском в ствол должны быть тщательно зачищены по всей длине, а при монтаже провода закрепляют на колышках так, чтобы вода не достигала их. Антенные провода делают в две линии. Подсоединение выводных проводов к антенным начинают с наиболее удаленных от бадьи шпуров. Взрывники, присоединяя выводные провода, двигаются в противоположных направлениях, а встретившись у бадьи, присоединяют

магистральные провода или концы кабеля к антенне Для облегчения контроля за соединением проводов ЭД после подключения ЭД к антенным проводам колышки из шпуров следует удалять. По окончании соединения выводных проводов к антенным мастер-эзрывник или лицо сменного надзора обязаны пересчитать число присоединенных выводных проводов к каждому антенному проводу, причем число проводов должно быть одинаковым на одной и на другой линиях антенных проводов и равно числу заряженных шпуров.

После подъема лиц, выполнявших монтаж сети, на поверхность в стволе должны быть открыты все ляды и из шахтного здания удалены все люди, кроме мастера-взрывника, производящего взрывание. Взрывание производят включением специального рубильника или кнопочного включателя электросети переменного или постоянного тока. По окончании проветривания ствола сменный инженер или горный мастер, мастер-взрывник и бригадир (звеньевой) спускаются в ствол для осмотра и определения необходимых мер по приведению забоя в безопасное состояние.

§ 76. Особенности взрывных работ под щитами и при сбойке выработок встречными забоями

Взрывные работы под щитами Мастер-взрывник не должен начинать заряжание при нарушении вентиляции под щитом или вентиляционных устройств в выработках, при забученных углем или породой печах или при заполненных углем бункерах. Для сокращения продолжительности ведения взрывных работ заряжание под щитом можно выполнять во время бурения шпуров. При этом бурение и заряжание начинают с самых дальних шпуров от выхода лз-под щита. Мастер-взрывник начинает заряжание только после окончания бурения шпуров в данной секции, т. е. с отставанием от бурильщика не менее чем на одну секцию. Перед началом взрывных работ под щитом для предупреждения попадания людей в опасную зону на вентиляционном штреке устье ходка закрещивают досками, а снизу ходок обычно охраняет мастер-взрывник, находящийся на нижней сбойке В помощь мастеру-взрывнику для заряжания может быть выделен проинструктированный рабочий. Закончив заряжание и забойку шпуров, мастер-взрывник начинает соединять ЭД с дальней секции от выхода из-под щита. ЭД соединяют в последовательную цепь, при этом концы выводных проводов, идущих из смежных шпуров, соединяют между собой, а два свободных конца присоединяют к магистральным проводам. Перед взрыванием входную сбойку и ходовую печь выше сбойки осланцовывают. Взрывание зарядов производят со сбойки, расположенной ниже входной На этой же сбойке обычно находятся рабочие, помогавшие при заряжании и бурении шпуров. Перед взрыванием мастер-взрывник замеряет содержание метана, подает боевой сигнал и производит взрывание Третий сигнал — отбой подают после проветривания п осмотра забоя и замера содержания метана под щитом. Осмотр забоя после взрывания начинают с переходной решетки на входной сбойке, поправляют ее и несколько раз сильно встряхивают металлический трап на входной печи от входной сбойки до щита, чтобы сбросить застрявшие на нем куски угля и затем убрать нависшие куски угля на откосах печи.

При сбойке выработок встречными забоями взрывные работы выполняют при соблюдении следующих условий: перед началом заряжания шпуров в одном из встречных забоев все работающие из обоих забоев должны быть удалены в безопасное место и у входа в противоположный забой должна быть выставлена охрана, Людей из встречных забоев необходимо выводить с момента сближения забоев на расстояние не менее 20 м.

Когда расстояние между встречными забоями составит 15 м, шпуровые заряды в каждом забое следует взрывать разновременно с обязательным замером целика между ними. При толщине целика 3 м в шахтах, опасных по метану, кроме того, следует замерять содержание метана и тщательно проветривать эти выработки. На каждый случай *взрывания* зарядов в одном из забоев мастеру-взрывнику должно быть выдано письменное разрешение главного инженера шахты или лица, назначенного приказом начальника шахты Взрывные работы выполняются в присутствии лица технического надзора.

При сбойке углеспускных и вентиляционных печей и сбоек с просеком в лаве или вентиляционным штреком для предотвращения травмирования рабочих, находящихся в другом забое, на время взрывания люди из выработок, в которых происходит сбойка, должны быть выведены.

При взрывании в забое одной из параллельных выработок, расположенных на расстоянии менее 20 м одна от другой, люди из другого забоя должны быть выведены в безопасное место.

§ 77. Подготовка и выполнение огневого взрывания

По окончании заряжания всех шпуров в забое концы ОШ, выходящие из шпуров отрезают косым срезом на длину 1—2 см для освежения среза и обеспечения быстрого и безотказного их зажигания. Для зажигания одиночного конца ОШ головку спички прикладывают к пороховой сердцевине косого среза шнура (рис. 82).

Для зажигания до 16 концов ОШ на отрезке огнепроводного шнура длиной на 60 см короче отрезков шнура зажигательных трубок делают косые надрезы через каждые 3—4 см на глубину около двух третей диаметра шнура. Один конец отрезка зажигают спичкой и, когда горение доходит до надреза, выбрасываемым пламенем и снопом искр зажигают ОШ первого взрываемого заряда (рис. 83). Переходя к следующему шпуру, мастер взрывник немно-

го сгибает горящий отрезок шнура у следующего надреза и, когда горение достигнет его, зажигает шнур следующего заряда и і д Отрезок шнура с нагрезками, которым производят зажигание, од непременно является контрольным шнуром, при догорании е^г^о ма стер-взрьшник должен немедленно уйти в безопасное место, даже если не успел зажечь все зажигательные трубки. В случае прекращения горения отрезка шнура с надрезками после зажигания нескольких концов шнуров от зарядов мастер-взрывник обязан превратить дальнейшее зажигание и уйти в безопасное место Посл(зажигания всех зажигательных трубок в забое и удаления в без опасное место мастер-взрывник должен вести счет взрывов заря дов. Если взорвутся все заряды, то после проветривания, но не ранее 15 мин после взрыва последнего заряда мастер-взрыв ник с бригадиром ичи звеньевым тщательно осматривают взорванный забой и отбитую породу. При этом он должен убедиться в отсутствии неполной детонации зарядов или выброшенных патронов ВВ, осмотреть состояние крепи и кровли в забое и только после этого подать сигнал отбоя.

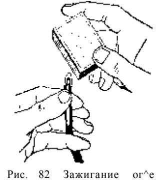


Рис. 82 Зажигание ог^е проводного шпура спичкой



Рис. 83 Зажигание отрезком ОШ с надрезами

При необходимости зажигания более 16 концов в одном забое на практике используют пуч ковой способ зажигания с применением зажигательных патрончиков. При этом число их должно быть не более шести на забои Для подготовки к зажиганию пучковым способом концы шпуров в забоях небольшого сечения собирают в один пучок последовательно в порядке взрывания зарядов в забое. При этом каждый последующий конец шнура прикладывают к предыдущему концу со смещением на 4—6 см. Собранные все концы шнуров в пучок связывают недалеко от конца последнего шнура и перерезают возле связки все шнуры. Свежеотрезанную группу шнуров вставляют в зажигательный патрон вплотную к зажигательному составу. Одновременно с этим в патрон вводят отрезок ОШ требуемой длины. Зажигательный патрон закрепляют резиновым кольцом на вставленном в него пучше шнуров. В обводненных забоях, где вода по шнурам может попасть в зажигательным патрон, необходимо его подвесить вверх дном. От отрезка ОШ (или ЭВ) воспламеняется зажигательный состав в патрончике, а затем и все концы шнуров, вставленные в патрон.

В забоях большого сечения концы шнуров собирают в несколько пучков, на каждый из которых надевают зажигательный патрон. Для того чтобы можно было вести счег взрывов, длину отрезков шнуров, предназначенных для воспламенения зажигательного состава в патроне, необходимо определять следующим образом. Длина шнуров зажигательных трубок в данном забое должна быть одинаковой во всех шпурах. Собирать их в группы следует так же, как указано выше.

Для примера рассчитаем длину зажигательных отрезков шнуров для тред групп Для первой группы длину отрезка шнура принимаем исходя из времени, необходимою для удаления мастера-взрывника в безопасное место после зажигания Примем длину отрезка зажигательного шнура в первой группе равной 50 см, тогда для второй группы длина зажигательного шнура будет равна длине всех интервалов между взрывами зарядов (5 с) плюс длина зажигательного отрезка первой группы, т е 16-5 + 50 = 130 см Длина зажигательного шнура для третьей группы будет равна сумме длин всех интервалов и длины зажигательного отрезка второй группы, т е 12-5 + 130=190 см Три зажигательных отрезка от зажигательных патронов в забое можно зажигать отрезком шнура с надрезами или с помощью электровоспламенителя.

При огневом взрывании в лавах длиной более 50 м и при высоте очистного пространства более 1,8 м, устойчивой кровле и угле падения до 20° число одновременно зажигаемых концов не ограничено. Мастер-взрывник во время зажигания должен находиться на свежей струе воздуха на расстоянии не менее 30 м от взрываемых зарядов.

§ 78. Отказы зарядов и способы их ликвидации

При электрическом взрывании причинами отказов взрыва ЭД могут быть неисправности ЭД, проводов или взрывных приборов. Неисправности вне шпура: магистральных проводов, из-за плохого соединения сростков или короткого замыкания, в соединениях выводных проводов, из-за обрыва жилы провода вне шпура, слабого соединения незащищенных окисленных проводов, короткого замыкания между проводами или сростками со снятой изоляцией, соединение большего числа ЭД, чем может взорвать данный взрывной прибор. Все эти неисправности можно устранить на месте. Исправлять взрывной прибор в шахте, за исключением очистки клемм, не разрешается.

К неисправностям, не поддающимся устранению, относят обрыв мостика накаливания ЭД, плохой контакт мостика с проводами; обрыв жилы провода в шпуре, нарушение изоляции и короткое замыкание проводов в шпуре; плохое качество КД, когда он не взрывается или взрывается неполностью, не вызывая детонации в заряде ВВ При обрыве проводов или мостика накаливания мастер-взрывник должен найти заряд с такими неисправностями в ЭД и произвести взрывание всех исправных ЭД. В случае необходимости вначале следует пробурить шпур параллельно со шпуром

с неисправным ЭД на расстоянии не менее 30 см, зарядить и взорвать его совместно с исправными ЭД

Кроме полного отказа взрыва всех ЭД, бывают случаи, когда взрываются только более чувствительные ЭД, а остальные остаются невзорвавшимнся. Это может произойти из-за недостаточной силы тока, большого сопротивления электровзрывной сети, большой разницы импульсов воспламенения ЭД, соединенных в группу, неисправного прибора или неправильного приведения его в действие, больших утечек тока в магистральных проводах и др.

При огневом взрывании зарядов отказы и неполные взрывы но гут быть из-за неправильного изютовления зажигательной трубки, плохого качества ОШ, неправильного расположения шпуров в забое пли нарушения последовательности зажигания ОШ, в результате чего может произойти преждевременное срезание части заряда или разрыв шнура в смежном шпуре, плохого качества КД, пропуска отдельных концов ОШ при зажигании

Неполные взрывы зарядов в шпурах В практике взрывных работ имеют место случаи неполной детонации зарядов в шпурах, когда только часть патрона взрывается Причинами неполной детонации зарядов в шпурах могут быть- плохое качество ВВ (бочынос содержание влаги в составе ВВ, сильная слежалость ВВ в патронах), попадание изоляционного состава в торцы патрона и флегматизация состава, большие углубления в торцах патронов и попадание в них бумаги; заряжание обводненных шпуров неводо\стои чивымп ВВ или плохая влагоизоляция патронов; большие промежутки между патронами в шпурах, а также попадание меж ду торцами патронов буровой муки и грязи при заряжании плохо очищенных шпуров, переуплотнение ВВ взрывом смежных зарядов при расположении их на расстоянии менее 0,6 м, а также неправильное распределение замедлений ЭД или неправильное за жигание концов ОШ, следствием чего является срезание части за ряда в смежном шпуре При взрывании зарядов в обводненных шпурах причинами неполнон детонации зарядов может быть также раздвижка патронов в шпуре в результате гидродинамических ударов, вызванных взрывом заряда в смежном шпуре.

Ликвидация отказавших зарядов При обнаружении отказавших зарядоз их нужно ликвидировать в кратчайший срок. До ликвпд? ции отказавших зарядов запрещается выполнять в забое какие бы то ни было работы, не связанные с ликвидацией. Отказавшие заряды ликвидирует мастер-взрывник и бурильщик (проходчик или рабочий очистного забоя) при обязательном контроле лица сменного надзора Лица, не занятые ликвидацией отказавших зарядов, на время выполнения этой операции должны быть удалены на безопасное расстояние

Для ликвидации отказавшего заряда по указанию лица сменного надзора или мастера-взрывника пробуривают параллельный шпур (рис 84) Для определения направления шпура с отказавшим зарядом разрешается извлечь из кего до 20 см забойки До

бурения новою параллельною шпура провода ЭД отказавшего заряда должны быть накоротко замкнуты. Новый ши>р, предназначенный для ликвидации отказавшего заряда, заряжают таким зарядом, чтобы массив породы или угля с отказавшим зарядом был разрушен. При применении для забонки пластикатовых ампул с водой сначала удаляют забойку, а затем прокалывают ампулу и удаляют ее, в шпур помещают новый патрон-боевик, делают новую забойку и взрывают с соблюдением необходимых мер безопасности.

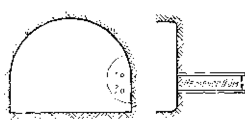


Рис 81 Расположение параллельного шпура для ликвидации отказавшего заряда

После взрывания зарядов, предназначенных для ликвидации отказавших зарядов, мастер-взрывник тщательно осматривает забой и взорванную породу (уголь) и собирает обнаруженные ВМ, выброшенные при подрыве отказавшего заряда. Лишь после этого рабочие могут быть допущены к работе в забое. Породу или уголь, взорванные при ликвидации отказавших зарядов, необходимо убирать вручную с соблюдением мер предосторожности, пока не будет установлено отсутствие в породе остатков ВМ отказавших зарядов

В тех случаях, когда работы по ликвидации отказавших зарядов не могут быть закончены в данной смене, продолжить эти работы может мастер-взрывнпк следующей смены, об этом делается соответствующая отметка в выдаваемой ему наряд-путевке. В забоях, где установлены гидромониторы, допускается отказавшие заряды ликвидировать струей воды под наблюдением мастера-взрывника и лица технического надзора. В момент размыва массива с отказавшим зарядом в забое не должно быть людей и пуск воды необходимо производить дистанционно. При этом необходимо улавливать электродетонаторы отказавших зарядов.

При ликвидации отказавших зарядов запрещено извлекать патроны-боевики из шпура, вытаскивать ЭД за провода из патронов-боевиков или зажигательной трубки, выбуривать или выдувать ВВ сжатым воздухом, разбирать породу или уголь вокруг отказавших зарядов и др. Каждый случай отказа и его ликвидации необходимо записывать в журнал регистрации отказов (см. приложение 7).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛ XII

1 Для чего составляют паспорт буровзрывных работ?
2 Как выбирают ВМ для различных условий взрывания'
3 Для чего выписывают наряд-путевку'

5 K a L ™ ^ ™ состояние забоя и расположение шпуров?

нии?6. Как изготовляют патроны-боевики при электрическом . огневом взрыва

7 Как производят заряжание шпуров?

и и чем проверяют электровзрывную сеть?

Й в ь ! п = вертик — » « »

забоями" выполняют взрывные при сбойке выработок встречные

14. Причины отказов и способы их ликвидации?

ГЛАВА XIII

РУДНИЧНЫЙ ВОЗДУХ, ИСТОЧНИКИ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ МЕТАНО- И , ПЫЛЕВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ

§ 79. Составные части атмосферного и рудничного воздуха

Состав атмосферного воздуха является практически постоянным, В сухом атмосферном воздухе содержится 20,95% кислорода, 78,08% азота, 0,93% аргона, 0,03% углекислого газа, 0,01% прочих газов и небольшое количество паров воды. Атмосферный воздух, попадая в шахтные выработки, претерпевает некоторые изменения. Независимо от величины и характера этих изменений воздух, заполняющий выработки шахты, называют рудничным воздухом. Изменения, которым подвергается атмосферный воздух в подземных выработках, заключаются в уменьшении содержания кислорода, в увеличении количества углекислого газа, в присоединении взрывчатых или горючих, удушливых и ядовитых газов, а также угольной и породной пыли, в повышении влажности, температуры и давления.

Кислород (O2) в составе воздуха является необходимым элементом для поддержания дыхания людей и горения Содержание кислорода в рудничном воздухе в подземных выработках, в которых находятся или могут находиться люди, должно быть не менее 20% по объему. При снижении содержания кислорода до 16—18%, особенно при физической нагрузке работающего, наблюдаются одышка, учащенное сердцебиение При содержании кислорода 12—15% выполнение физической работы становится невозможным, очень быстро наступает удушье, а при 9% — обморочное состояние и смерть от кислородного голодания. В шахтах кислород рудничного воздуха расходуется в основном в процессе дыхания людей, гниения деревянном крепи и на окисление угля и пород, сопровождающееся не только снижением содержания кислорода в воздухе, но и опасным загрязнением его весьма вредными продуктами окисления.

Азот (N_2) — газ, не имеющий цвета, запаха и вкуса Он не поддерживает дыхания и горения Однако при высокой температуре азот способен частично окисляться. Удельный вес его относительно воздуха составляет 0,97.

Содержание азота в рудничном воздухе увеличивается при гниении органических веществ, при взрывных работах, при суфлярном выделении и других явлениях.

Углекислый газ ($C0_2$) не имеет цвета и вкуса. Он в полтора раза тяжелее воздуха, поэтому скапливается у почвы выработок не поддерживает дыхания и горения Углекислый газ в рудничной атмосфере образуется в результате гниения деревянной крепи, при разложении кислотными водами горных пород и угля, при дыхании людей, при ведении взрывных работ, а также может выделяться пз трещин и пустот в пластах угля и боковых пород. Содержание углекислого газа на рабочих местах не должно превышать 0,5% по объему В горных выработках, по которым проходит общая исходящая струя воздуха, допускается содержание $C0_2$ до 0,75%, а при проходке и восстановлении выработок по завалу — до 1%. При превышении этих норм работы в забоях должны быть остановлены н люди выведены на свежую струю воздуха. В связи с тем что углекислый газ собирается у почвы выработки, для определения его содержания в рудничном воздухе нужно опустить лампу или прибор к почве выработки. При содержании в воздухе 3% углекислого газа частота дыхания человека удваивается, даже в состоянии покоя; при содержании 5%—дыхание утраивается и становится очень тяжелым; при 6% появляются сильная одышка и слабость; при 10% и выше может наступить обморочное состояние, а при 20% COг и выше человеку угрожает смертельное отравление от удушья. Как правило, при повышении содержания углекислого газа снижается содержание кислорода в воздухе

Окись углерода (CO)—газ без цвета, вкуса и запаха, более легкий, чем воздух (удельный вес CO составляет 0,968), очень ядовит При вдыхании воздуха, содержащего окись углерода, кровь человека, поглощая CO, теряет способность разносить по организму кислород, необходимый для жизни человека. При этом постепенно нарастает кислородное голодание (аноксемия), а при сильном насыщении крови окисью углерода может наступить смерть Степень отравления зависит от концентрации CO и продолжительности вдыхания воздуха При содержании в воздухе окиси углерода 0,01% происходит слабое отравление, признаками которого являются головная боль, шум в ушах, головокружение и учащенное сердцебиение. При содержании окиси углерода 0,1% происходит сильное отравление, через один-два часа наступает тяжелое отравление вплоть до смертельного; при концентрации 1% человек теряет сознание после нескольких вдохов и через несколько минут, еетн ему не будет оказана помощь, может наступить смерть Допустимое содержание окиси углерода в рудничном воздухе должно быть не более 0,02 мг/л, или 0,0016% по объему Смесь окиси углерода с воздухом способна взрываться Пределы взрывчатых концентраций ее в воздухе — от 12,5 до 75%. Наибольшей силы достигает взрыв при содержании CO в воздухе около 30%. Температура воспламенения смеси окиси углерода с воздухом 630—810°. Источниками образования CO в угольных шахтах служат взрывы метана или угольной пыли, а также рудничные пожары п взрывные работы.

Окислы азота образуются при взрывных работах. Вначале образуется окись азота N0, довольно быстро вступающая в реакцию с кислородом воздуха, в результате которой образуется двуокись азота ($N0_2$) Двуокись азота — газ бурого цвета, в 1,5 раза тяжелее воздуха Окислы азота сильно раздражают слизистые оболочки и весьма ядовиты Токсичное действие $M0_2$ на организм человека выражается в отеке легких вследствие ожога легочной ткани.

Отравление проявляется не сразу Вследствие этого отрдвившийся окислами азота человек после ухода из отравленной атмосферы чувствует себя здоровым, и только через 2—12 ч наступает прогрессирующий огек легких, который при тяжелом отрав,it нии приводит к смерти Хроническое отравление окислами азота бывает у взрывников и проявляется в виде раздражения слизистых оболочек носоглотки и бронхов. Предельно допустимое содержание окислов азота в рудничном воздухе 0,005 мг/л, или 0,0001% по объему. Содержание NO2 в рудничном воздухе 0,004—0,008% опасно для здоровья, а свыше 0,08% может привести к смертельному отравлению

Окислы азота хорошо растворяются в воде Если в забое сухо, то даже после проветривания значительное количество окислов азота сохраняется в отбитых взрывом угле или породе, п при погрузке их будут выделяться, вызывая отравления работающих в забое. Поэтому, прежде чем приступать к погрузке породы, ее необходимо обильно смочить водой

Сернистый газ ($S0_2$) встречается в рудничном воздухе шахт, разрабатывающих сернистые угли Удельный вес его 2,2. Сернистый газ образуется также при пожарах и при взрывных работах. Сернистый газ действует на верхние части дыхательных путей и слизистую оболочку глаз, а при больших концентрациях воздействует на легкие, вызывает кашель, хрипоту и т. п. При сильных отравлениях наступает удушье Содержание $S0_2$ в воздухе 0,02% вызывает спльпое раздражение слизистых оболочек, особенно глаз, концентрация 0,05% опасна для жизни. Предельно допустимая концентрация $S0_2$ в возд\<хе 0,01 мг/л или 0,00035% по объему

Сероводород (H2S) может поступать в рудничный воздух из пластов угля, *богатых* серным колчеданом, из старых выработок, где происходит разложение органических веществ. Удельный вес его равен 1,19. Сероводород весьма ядовит. Небольшие концентрации его вызывают раздражение слизистой оболочки глаз и дыхательных путей.

Сероводород действует на нервную систему, вызывая наркотическое состояние, глухоту и судороги При концентрации сероводо рода 0,0001—0,0002% по объему через 5—10 мин раздражаются слизистые оболочки, при содержании в воздухе 0,1—0,15% быстро наступает смерть Предельно допустимая концентрация сероводоро Да в рудничном воздухе 0,01 мг/л, или 0,00066% по объему

§ 80. Образование, выделение и свойства метана

Метан (CH_4) представляет собой газ, не имеющий ни цвета, нн запаха, ни вкуса. Удельный вес его 0,55. При нормальных условиях 1 л метана весит 0.716 г. Метан не ядовит, но дыхания не поддерживает При содержании метана в рудничном воздухе 40% человек начинает задыхаться, так как при этом в рудничном воздухе кислорода остается только 12%. Смертельно опасное содержание метана составляет 57%, в этом случае кислорода в воздухе остается всего лишь 9%. Метан опасен главным образом тем, что в смеси с воздухом он образует горючие и взрывчатые смеси.

Метан образовался одновременно с образованием каменного угля. Там, где растительные остатки были покрыты толщей пород (наносов), газы при разложении растительности оставались на месте их образования и заполняли пустоты, трещины и поры между частицами угля. Содержание метана в различных углях неодинаково; наибольшее количество его содержат антрациты и коксующиеся угли.

Большое количество метана находится в связанном виде на поверхности угля Установлено, что уголь способен на своей поверхности удерживать метана в 70—80 раз больше (по объему), чем угля. Количество метана, содержащегося в пластах угля и боковых породах, характеризует их газоносность, под которой понимают количество метана, содержащегося в I $м^3$ или в 1 т угля или породы От газоносности угольных пластов и боковых пород зависит в основном газообильность шахт. Газообильность шахт принято разделять на абсолютную и относительную. Под абсолютной газообильностью понимают количество метана, которое выделяется в шахте в течение суток, а под относительной газообильностью — то же количество метана, отнесенное к 1 т среднесуточной добычи угля по шахте Шахты, в которые метан выделяется хотя бы из одного пласта, относятся к опасным по газу Опасные по газу шахты в зависимости от своей относительной газообильности разделяются на четыре категории — 1, 11, III и сверхкатегорные, в которых количество метана на 1 т среднесуточной добычи составляет соответственно до 5, 5-f-iO, 10—15 и свыше 15 $м^3$.

К сверхкатегорным относятся также шахты, разрабатывающие пласты, опасные по выбросам угля, породы и газа или по суфлярным выделениям метана В зависимости от установленной категорийности на шахтах устанавливается специальный газовый режим, предусматривающий проведение организационно-технических мероприятий для обеспечения безопасности работ в шахтах.

При добыче угля подземным способом метан выделяется из открытых поверхностей угля и боковых пород, а также из свежеотбитого угля Особенно большое количество метана выделяется при выемке угля комбайнами, при подрубке пласта угля врубовыми машинами, отбойными молотками, при взрывных работах в угольных забоях и в выбросоопасных породах и т. п. Выделение ме-

тана разделяется на три вида: обыкновенное, суфлярное и внезапное.

Обыкновенное выделение — это непрерывное относительно равномерное выделение метана из мельчайших пор и трещин открытой горными выработками поверхности угля и пород Большая площадь, с которой в данном случае выделяется метан, а также непрерывность его выделения приводят к тому, что обыкновенные выделения дают наибольшее количество метана. Обыкновенные выделения метана в некоторых случаях сопровождаются различными звуками (шорохом, шипением, свистом, слабым потрескиванием и т. п.).

Суфлярным называют выделение метана из видимых на глаз трещин и пустот в толще угля или боковых пород, проходящее в течение более или менее продолжительного времени Некоторые суфляры действуют несколько дней или месяцев, другие продолжают действовать в течение десятков лет. Суфлярные выделения сопровождаются свистом, шипением, а при выделении метаиа через воду — бурным клокотанием.

Внезапные выделения метана более известны под названием внезапные выбросы Эти выделения представляют собой неожиданные выбросы угля и метана или породы и метана. Интенсивность выбросов угля и метана может быть от нескольких тонн до сотен, а иногда и тысяч тонн угля и от *нескольких тысяч* до сотен тысяч кубических метров метана. Внезапные выбросы угля и газа сопровождаются шумом, треском и частыми ударами, похожими на орудийные выстрелы.

Угольные пласты, склонные к выбросам угля и метана, подразделяются на опасные и угрожаемые: к опасным относят пласты, на которых в пределах поля данной шахты имели место случаи выбросов угля и метана, к угрожающим относят пласты, на которых в пределах поля соседней шахты, на тех же горизонтах, были случаи внезапных выбросов угля и метана. Только в Донбассе внезапные выбросы угля и газа зарегистрированы на 250 шахтопластах. Внезапные выбросы угля и газа наблюдаются также на некоторых шахтах Кузбасса, Урала, Воркуты и др.

Выбросы породы и *метана представляют* собой газодинамическое явление, при котором неожиданно практически почти мгновенно происходит разрушение породы с выбросом разрушенной массы в горную выработку. В нашей стране выбросы пород в горных выработках отмечены только в последние годы Так, в Донбассе внезапные выбросы породы отмечают с 1955 г, однако наибольшее количество выбросов зарегистрировано в последние несколько лет. Внезапные выбросы *пород в* Донбассе зарегистрированы более чем на десяти шахтах в трех геологических районах, в Донецко-Макеевском, Центральном и Алмазно-Марьевском. На Урале в Кизеловском угольном районе внезапный выброс породы впервые произошел в сентябре 1963 г. в околоствольном дворе на седьмом горизонте шахты № 2 «Капитальная».

Одной из характерных особенностей внезапных выбросов пород является то, что все они происходят на глубинах, превышающих 800 м при проведении горных выработок в крепких упругих породах с применением взрывных работ. В связи с этим взрывное разрушение является как бы импульсом, обусловливающим выброс Обычно внезапные выбросы породы происходят почти одновременно со взрывами зарядов ВВ с интервалом 2—3 с Первый вук резкий, нормальной интенсивности и непродолжительный, это характерно для обычных взрывов зарядов ВВ, второй — глухой, повышенной интенсивности и продолжительный, характерный для внезапною выброса породы. Иногда после звука от взрыва зарядов наблюдают не один, а несколько сильных глухих ударов. Наибольшее запаздывание внезапного выброса породы после взрывания зарядов ВВ, равное 10—15 мин, произошло в забое 16 го цпагоиатьпого квершлага на шахге JV? 4—21 в Донбассе Часто наблюдается повышение температуры выброшенной породной массы

Газовыделение при выбросах породы несколько отлично от газопыделения при выбросах угля˗ оно более кратковременное, а в некоторых случаях незначительное. Интенсивность выбросов пород весьма различна как по количеству горной массы и дальности отбрасывания, так и по степени ее измельчения. Наиболее часто выбросы породы происходят интенсивностью до 400 т. Выбросы породы интенсивностью более 2000 т в Донбассе зарегистрированы во 2-м южном квершлаге гор. 915 м шахты им. Почеикова, на шахте «Петровская-Глубокая» в скиповом и клетевом стволах. Степень измельчения выброшенной породы весьма непостоянна. Наиболее часто выброшенная порода имеет вид мелких кусочков п пластинок.

§ 81. Метановыделение при взрывных работах

В угольной промышленности СССР достигнуты значительные успехи в борьбе со взрывами метано- и пылевоздушных смесей в результате улучшения состояния проветривания и контроля вентиляции шахт, участков и выработок, внедрения аппаратуры автоматической газозой защиты шахт и участков, обеспечивающей непрерывный контроль за концентрацией метана в рудничном воздухе и автоматическое отключение электроэнергии при превышении содержания метана против установленных норм; применения взрывобезопасного электрооборудования, более надежных водоустойчивых предохранительных ВВ и предохранительных ЭД.

Однако в практике при ведении горных работ нет полной гарантии от случайного скопления взрывоопасных концентрации метано-_ воздушных или пылевоздушных смесей в отдельных выработках (1 забоях. Поэтому мастер взрывник должен строго следить за со-

держанием метана у забоя н прилегающих выработок и не производить взрывных работ при содержании метана 1 % и более. Если даже в призабойном пространстве выработки метана не было, то при производстве взрывных работ по углю на пластах, опасных по газу пли по выбросоопасным породам, может быстро образоваться взрывоопасная метано-воздушная или метано- и пылевоздушьая смесь.

Предельно допустимое содержание метана в рудничном воздухе тупиковых выработок, равное 2 и 3% соответственно для пластов, опасных по газу и пыли и опасных только по газу, образуется через 0,5—0,55 с после взрыва зарядов ВВ. Такое содержание метана при наличии небольшого количества взвешенной взрывоопасной угольной пыли может создавать взрывоопасную концентрацию метано- и пылевоздушной смесей Такая взрывоопасная метано- и пылевоздушная смесь может образоваться при взрывании в очень газоносных углях и в ограниченном объеме прпзабойного пространства

Концентрация метана в призабойном пространстве выработки при взрывных работах зависит от газоносности угля и пород, от объема взорванной массы и степени ее дробления и от количества воздуха, подаваемого в забой. Однако эффективное действие вентиляции проявляется только через минутные и секундные интервалы времени после взрывания зарядов ВВ.

В первые же миллисекундные периоды времени проветривание практически не снижает содержания метана. Например, если в забой подается 60 м^3/мин воздуха, то за 100 мс в забой поступит всего лишь 0,1 м^3. Такое количество воздуха не снизит содержание метана в призабойном пространстве. Газовыделение в призабойном пространстве в течение 2 с после подачи тока во взрывную сеть и характер изменения содержания метана при выбросах угля выявляются такими же, что it после сотрясательного взрывания при отсутствии выбросов.

Значительное увеличение концентрации метана начинается обычно через несколько секунд и продолжается в течение нескольких минут При выбросах угля интенсивностью около 100 т и более концентрация метана может достигать 70—85% В этом случае вентиляция нарушается и тупиковая часть выработки оказывается загазованной па значительном расстоянии (рис 85)

Изменение выделения метана при выбросах песчанчка и газа характеризуется некоторыми особенностями, не свойственными выбросам угля и газа Анализ проб воздуха, набранных на расстоянии 10—20 м от забоя через 30—40 мин посте взрывания зарядов и выброса песчаника, показывает, что с увеличением веса выброшенного песчаника увеличивается и количество случаев образования в призабойном пространстве выработок взрывчатых концентраций метана. Так, при выбросах песчаника до 110 т концентрация метана более 4% была в 76 из 456 проб, что составляет 16,7%, а при интенсивности выброса более 400 т песчаника этих

случаев было 38,6%. Взрывчатые концентрации метана в случае выбросов песчаника через секундные и минутные интервалы времени после взрывания зарядов на расстоянии 15—35 м от забоя образуются редко. Однако в большие интервалы времени при выбросах у1ля концентрация метана через несколько десятков секунд составляет 80—85%, а при выбросах песчаника она не превышает 56%. Кроме того, высокое содержание метана в призабойном пространстве сохраняется в течение нескольких часов после выброса угля, которое выделяете? из отбитою угля. Подобные явления не могут иметь места при выбросах песчаника

авенпо с виб°)ГРЯСаТеЛЬ,,Ьıх взРывання\ соответ при взрываниях °няМ" " б<?3 вы6('°соа yr.m j11

Избыточное давление газа в угольных пластах на глубине разработки более 500 м часто составляет 30—40 кгс/см², а в отдельных случаях превышает 100 юс/см². Замер давления газа в шпурах показывает, что максимальное избыточное давление метана в шпурах через 1,5 ч после их герметизации составляет 4—15 кгс/см². Сопротивление глиняной забоики из твердых пыжей длиной 70 см достигает 18—19 кгс/см². а для мягких пыжей клины — не более 8 кгс/см². Добавление песка положительно сказывается на качестве забойки шпуров. При проведении опытов в шахтах наблюдались случаи частичного выдавливания глиняной забойки давлением газов из заряженных шпуров. При выдавливании забоики, в которой находились провода ЭД, патрон-боевик перемешался вместе с забойкой, в результате этого получался разрыв сплошности заряда. Таким образом, интенсивное выделение метана в заряженных шпурах с образованием в них избыточного высокого давления может привести к полному выбрасыванию или частичному перемещению забойки и патронов ВВ. При этом создаются условия аля взрыва открытых зарядов, неполной детонации заряда или выгорания ВВ при разрыве сплошности заряда.

Очень опасными источниками воспламенения метано- и пылевоздушных смесей являются взрывы зарядов ВВ. Поэтому необходимо подробнее рассмотреть возможные источники воспламенения метано- и пылевоздушных смесей при взрывных работах.

§ 82. Образование, отложение и свойства каменноугольной пыли

При разрушении, выемке и транспортировании угля происходит измельчение некоторой его части с образованием мелкой каменноугольной пыли Особенно большое количество угольной пыли образуется при выемке угля комбайнами, при подрубке пласта угля врубовыми машинами, при производстве взрывных работ по углю, при отбойке угля отбойными молотками и его падении на пластах крутого падения, при погрузке угля в вагонетки или на конвейер и др.

При проведении подготовительных выработок угольная пыль в основном образуется при взрывании шпуровых зарядов в угольных забоях и при погрузке взорванного угля. По данным МакНИИ, за каждый взрывной цикл при разрушении от 5 до 50 м³ угля количество пыли, способной принять участие во взрыве, составляет 6—20%. Наибольшее количество пыли отлагается в непосредственной близости от забоя. На участке 5—10 м от забоя осаждается до 50% пыл/1, 10—20 м —35%, более 20 м —13%. Установлено, что на призабойном участке при каждом взрывном цикле в угольном забое оседает от 30 до 300 кг пыли. Наибольшее отложение пыли наблюдается на тех участках выработки, которые непосредственно примыкают к очистным забоям (лавам). На расстоянии до 300 м от лавы в вентиляционном штреке оседает 80—86% всей пыли. При поступлении на вентиляционный штрек 300 м³/мин воздуха со средней запыленностью 50 мг/м³ за сутки из лавы выносится более 20 кг пыли. Следовательно, на ближайших от лавы 300 м штрека за сутки оседает не менее 16 кг пыли, что достаточно для создания на этом участке взрывоопасной концентрации пыли в течение трех суток.

У погрузочных пунктов за сутки осаждается от 1 до 8 кг пыли на 1 м выработки, причем наибольшее количество пыли отлагается в выработках, прилегающих к этим пунктам, на расстоянии 20—25 м по ходу движения вентиляционной струи воздуха. На эюм участке количество пыли, опасное взрывом, накапливается в течение нескольких часов. С поверхности груженых вагонеток с 1000 т транспортируемого сухого угля сдувается до 200 кг пыли на 1 км выработки.

Каменноугольная мелкая пыль некоторых пластов смеси с воз-Духом способна взрываться с большой разрушительной силой. Угли всех пластов, содержащих 10% и выше летучих веществ, отнесенных к безводной и беззольной массе, обязательно подвергают лабораторным испытаниям на взрывчатость пыли. К опасным пластам по взрыву каменноугольной пыли относят те пласты, взрывчатость пыли которых установлена лабораторными исследованиями

§ 83. Характеристика взрывов метано- и пылевоздушных смесей

Опытами, проведенными в МакНИИ, установлено, что длине распространения пламени в опытной штольне при взрыве 25 $м^?$ метано-воздушиоп смеси, содержащей 9,5% метана, составляет около 25 м, при взрыве 16 кг тонкой взвешенной в воздухе штольни угольной пыли — 50 м, при совместном взрыве метано- и пылепоздушной смесей в указанных количествах пламя взрыва распространяется по штольне на 70—80 м. Поэтому в шахтах, опасных одновременно по метану и по взрыву угольной пыли, взрыв метано- и пылевоздушных смесей может распространяться по запыленным выработкам на большом протяжении выработок. При этом сильная воздушная волна, идущая впереди пламени взрыва пылевоздушнои смеси, поднимает осевшую в выработках пыль и увлекает ее за собой в таком большом количестве, что пламя легко передается даже через большие свободные от пыли участки выработок и взрыв распространяется дальше.

Во время взрыва метано- и пылевоздушных смесей воздух, оттесняемый расширяющимися газами и парами воды, сжимается и движется по горным выработкам, в результате чего на переднем фронте движущегося потока сжатого воздуха возникает ударная волна, распространяющаяся от очага взрыва по выработкам. Вскоре за распространением сильно» прямой ударной воздушной волны проходит обратная ударная волна, распространяющаяся в направлении очага взрыва. Обратная ударная воздушная волна возникает в результате охлаждения газовых продуктов взрыва и нагретого воздуха. Поскольку при горении метано-воздушной смеск ($CH_4 + 20_2$—$*C0_2 + H_20$) при водородо-воздушной смеси ($2H_2 +$ $4{\text -}0_2$—$*2H_20$) образуется много паров воды, то охлаждаемые парь воды быстро превращаются в воду. Объем ее по сравнению с объемом метана, водорода и кислорода, находившихся в выработке в момент взрыва, окажется ничтожно малым. Поэтому в выработке, где произошел взрыв метано- и пылевоздушной смеси, вскоре получится большое разрежение пли уменьшение объема воздуха, в результате этого воздух устремится в разреженное пространстве выработки, что и создает обратную ударную воздушную волну Ударные волны (прямая и обратная) иногда разрушают крепь в выработках, в результате че:о происходят завалы выработок, затрудняющие спасательные работы и выход травмированным людям из выработок, где распространился взрыв

В процессе взрыва метано-возду шных и особенно пылевоздушных смесей выработки, в которых произошел взрыв, и выработки, по которым распространились продукты взрыва, заполняются окисью углерода, углекислотой и азотом. Такой воздух, почти не содержащий кислорода, является непригодным для дыхания людей. Это является главной причиной гибели людей при взрывах метано- и пылевоздушных смесей, находящихся в выработках по исхо-

дящей струе воздуха. Поэтому на время производства взрывных работ в забоях, опасных по метану или по взрыву угольной пыли, правилами безопасности требуется удалять людей из выработок, по которым могут распространиться продукты взрыва метано- и пылевоздушных смесей.

§ 84. Источники воспламенения метано- и пылевоздушных смесей при взрывных работах

Изучение источников вспышек и взрывов метано- и пылевоздушных смесей, происшедших при взрывных работах в шахтах, а также установление условий, при которых происходит воспламенение взрывоопасных смесей при взрывании зарядов в опытном штреке *и в* специальной шахте МакНИИ, показывает, что основными источниками воспламенения взрывоопасных метано- и пылевоздушных смесей при взрывных работах могут быть:

Взрыв открытого или частично открытого заряда ВВ Высокотемпературные продукты детонации зарядов ВВ являются одним из наиболее опасных источников воспламенения метано- и пылевоздушных смесей. Они представляют собой раскаленные газообразные продукты взрыва, температура которых несколько раз превышает температуру воспламенения взрывоопасных смесей Особенно опасными являются продукты взрыва открытого заряда ВВ, имеющие высокую температуру и большое давление. Кролте того, при взрыве открытого заряда происходит разлет раскаленных и горящих частиц, вследствие че!о создаются условия воспламенения взрывоопасной метано- и пылевоздушной смесей. Взрыв открытого заряда массой 50—100 г предохранительных ВВ III и IV классов в окружении взрывоопасной метано-воздушной смеси практически всегда ее воспламеняет Взрыв открытого заряда ВВ массой 300—400 г в окружении взвешенного облака взрывоопасной концентрации угольной пыли также вызывает взрыв ее даже при отсутствии метана в рудничном воздухе.

К открытым зарядам относят заряды, располагаемые на поверхности породы или угля, а также заряды, располагаемые в mnvpax, но частично открытые взрывом предыдущего смежного заряда ВВ. К частично открытым также относят заряды в шпурах, взрываемые без забоики, и заряды, располагаемые в шпурах с трещинами, через которые пламя взрыва ВВ проникает в рудничную атмосферу. При взрыве заряда ВВ в шпуре без забойки происходит ряд явлений, воздействующих на мегано-воздушную смесь. Детонация, пройдя по заряду ВВ, создает в свободной части шпура ударную волну, распространяющуюся со скоростью нескольких километров в секунду. Вслед за ударной волной из шпура вырываются и расширяются нагретые до высокой температуры сильно сжатые газообразные продукты взрыва. Смешиваясь с метано-воздушной

смесью, продукты взрыва нагревают ее, в результате чего можег произойти ее воспламенение.

Опасность воспламенения метано- и пылевоздушных смесей возрастает с увеличением энергии (теплоты) взрыва предохранительных ВВ, а также при недостаточном использовании энергии взрыва заряда на работу по разрушению взрываемого массива угля или породы. Как указывалось выше, при взрыве открытого заряда массой 50—100 г предохранительных ВВ III и IV классов в окружении взрывоопасной метано-воздушной смеси последняя всегда воспламеняется. В то же время при взрыве заряда массой 2—3 кг этих классов ВВ, помещенного в шпур, в котором отсутствуют широкие трещины, при нормальной нагрузке и наличии забойки шпура взрывоопасная метано-воздушная смесь не воспламеняется. Это объясняется значительной затратой энергии взрыва на разрушение и перемещение угля или породы.

При увеличении диаметра патронов или заряда ВВ уменьшаются химические потери в зоне химической реакции за детонационной волной, увеличивается скорость детонации заряда. Следовательно. температура газообразных продуктов при взрыве зарядов увеличенного диаметра повышается, поэтому опасность воспламе нения метано-воздушной смеси увеличивается.

Л. в. Дубнов при изучении влияния диаметра патронов на воспламенение метано-воздушной смеси взрыванием зарядов из специально изготовленного состава аммонита, проведя по 15 опытов в опытном штреке, получил следующие результаты. Частота вое пламенения метано-воздушной смеси составила 33% при диаметре патронов 32 мм, 33% — при диаметре 36 мм, 40% — при диаметре 40 мм, 46% —при диаметре 45 мм и 66% — при диаметре 50 мм. Поэтому увеличение диаметра патронов предохранительных ВВ более 36 мм может существенно увеличивать опасность воспламенения метано-воздушной смеси при взрывных работах.

В практике взрывных работ на шахтах неоднократно случалиа вспышки и взрывы метано- и пылевоздушных смесей при взрывах открытых или частично открытых зарядов ВВ и непредохранитель ных ЭД. Например, на одной из шахт при разборке завала на вентиляционном штреке с грубым нарушением требований Единых правил безопасности для разрушения большой глыбы породы при менили накладной заряд. При этом произошел взрыв метано- и пы левоздушной смеси.

На другой шахте при одновременном заряжании всех шпуров в угольном забое и взрывании в них зарядов в несколько отдельных приемов во время взрыва второго приема один заряд последующею приема был выброшен взрывом смежных зарядов в отбитый уголь. Взрывник извлек из выброшенного патрона-боевика ЭД и, подсоединив его к группе зарядов следующего приема, произвел взрыв В данном случае взрыв свободноподвешенного открытого непредохранительного ЭД вызвал вспышку метано- и пылевоз» душной смеси в призабойном пространстве.

На третьей шахте при взрывании в несколько приемов по углю в разрезной печи (проводимой сверху вниз) мастер-взрывник подвесил у забоя оставшиеся неиспользованными три ЭД и взор вал их с последней группой зарядов в забое. При этом произошла вспышка метано-воздушной смеси. Аналогичные вспышки метано-воздушных смесей при уничтожении неизрасходованных ЭД путем взрывания их открытыми в выработках шахты случались ц на других шахтах.

Известны случаи вспышек метано-воздушных смесей при взрывании зарядов без забойки и зарядов в массиве угля или породы с большими трещинами, соединяющими заряд с рудничной атмосферой, а также при взрывании зарядов частично открытых вслед» ствие многоприемного взрывания или при неправильном распределении замедлений ЭД (недопустимом пропуске серий замедлений при заряжании шпуров).

Выгорающие заряды ВВ в шпурах. Опасным источником вое пламенения метано- и пылевоздушных смесей является также вы« сокотемпературное пламя, образующееся при выгорании части заряда ВВ в шпуре или во взорванном угле. При некоторых условиях взрывания все применяемые в настоящее время предохранительные ВВ способны гореть. Скорость горения ВВ зависит от их свойств и окружающего давления и колеблется в пределах от нескольких сантиметров до сотен метров в секунду. Такое медленное горение очень опасно в отношении воспламенения метано-воздуш ной смеси.

Иногда при выгорании заряда ВВ загорается и измельченный уголь, что создает условия длительного и непосредственного контакта высокотемпературного источника воспламенения со взрывоопасной метано- и пылевоздушной смесью, которые к этому времени успевают образоваться из свежеотбитого и измельченного угл^ и взрываются. В практике взрывных работ в шахтах, опасных по взрыву метана и угольной пыли, неоднократно случались взрывы и вспышки метано- и пылевоздушных смесей, источниками воспламенения которых являлись выгорающие заряды ВВ.

Выгорание ВВ происходит от многих причин, нарушающих нор мальную детонацию шпуровых зарядов ВВ. Неустойчивость процесса детонации обусловлена составом, свойствами и состоянием ВВ и средств их инициирования, а также условиями применения ВВ. Основными причинами неустойчивой детонации шпуровы? зарядов, зависящими от свойств и состояния ВМ, являются:

1. При сильном уплотнении аммиачная селитра в составе аммо* нита может вести себя в детонационной волне как инертное веще ство, которое поглощает большое количество теплоты и делает смесь неспособной к детонации. Кроме того, при сильном уплотнении уменьшается количество воздушных включений между частицами ВВ, что затрудняет распространение детонационной волны по заряду ВВ.

2. Сильное слеживание или спекание ВВ в патронах.

3. Сильное увлажнение ВВ в патронах в процессе хранения и транспортирования.

4. Недостаточная инициирующая мощность или неполный взрыв ЭД в патроне-боевике.

5. Большая толщина бумаги, значительная высота углубления в торцах патронов, а также попадание большого количества влагоизолирующего состава в торцы патронов и флегматизация состава ВВ.

Основные причины неустойчивой, неполной детонации и выгорания ВВ, зависящие от условий их применения, следующие`

1. Переуплотнение ВВ при групповом взрывании зарядов в сближенных шпурах, расположенных в массиве угля и взрываемых даже с миллисекундными замедлениями. Заряд, взорвавшийся в группе первым, создает в окружающем массиве угля волну деформации, которая распространяется от места взрыва во все стороны и, достигнув открытой поверхности в соседних шпурах, отражается от нее в виде волны растяжения с образованием трещин и сопровождается разрушением массива угля у поверхности шпура. Отколотый разрушенный уголь увеличивается в объеме и заполняет свободное пространство шпура между патронами ВВ и массивом угля. При взрыве каждого последующего заряда в смежных шпурах повторно откалывается уголь и свободное пространство шпура дополнительно заполняется разрушенным углем. Таким образом, при взрыве группы зарядов почти до каждого смежного шпура ударные волны доходят 2—5 раз, не считая отраженных ударных волн от поверхности различных слоев угля и окружающих пород.

Многократный откол угля со стенок шпура, вызываемый прохождением волн деформации, сопровождается не только заполнением разрушенным углем свободною пространства между патронами и стенкой шнура, но и сильным уплотнением его и зарядов ВВ Уплотнение ВВ в сближенных шпурах бывает настолько значительным, что большинство предохранительных ВВ оказывается неспособным воспринимать и передавать нормально детонацию по заряду.

2 Воздушные и заполненные породной пли угольной мелочью промежутки между патронами ВВ из-за недосылки одного патрона до другого при заряжании неочищенных шпуров пли раздвижке и деформации заряда взрывом ВВ в смежном шпуре. Раздвижка патронов при наличии в шпуре воды и избыточного давления метана вследствие выдавливания забойки, которая может оттянуть патрон-боевик или ЭД из него.

3. Избыточное высокое давление, которое возникает при групповом взрывании сближенных зарядов в смежных шпурах угольных забоев. Воздействие высоких и длительных давлений приводит к переуплотнению ВВ и снижению их детонационной способности, а также к деформации ЭД в зарядах ВВ и их ненормальной работе

4. Увлажнение ВВ в обводненных шпурах, которое под дейст* вием избыточного давления метана происходит особенно быстро.

5. Уплотнение заряда ВВ под действием канального эффекта. Под влиянием ударной воздушной волны, распространяющейся в зазоре между стенкой шпура и боковой поверхностью заряда со скоростью, превышающей скорость детонации ВВ, происходит уплотнение ВВ в поверхностном слое и удаление из него воздушных пузырьков. Это ухудшает детонационную способность некоторых порошкообразных ВВ. Особенно большое переуплотнение происходит у дна шпура, где ударная волна отражается и усиливается в несколько раз и сильно переуплотняет ВВ в этой части шпура даже при взрыве одиночного сплошного шпурового заряда, Однако при групповом взрывании зарядов в шпурах, пробуренных в угольном массиве, канальный эффект может проявляться только во взрываемых первыми. В остальных зарядах, находящихся даже на значительных расстояниях (0,8—1,2 м), радиальный зазор между стенками шпура и патронами ВВ к моменту их взрыва успевает заполниться разрушенным углем, что устраняет влияние канального эффекта и улучшает условия детонации сплошного шпурового заряда ВВ, конечно, при условии, что он не переуплотнен при этом.

Неполные взрывы и выгорания инициирующих ВВ в электроде*тонаторе. Источником воспламенения взрывоопасных метано- и пылевоздушных смесей может явиться пламя от выгорания первичного и вторичного зарядов ВВ в гильзе ЭД. Кроме того, при неполном взрыве или выгорании ВВ электродетонатор не обеспечивает устойчивую детонацию в шпуровом заряде ВВ. В практике взрывных работ на шахтах неоднократно случались вспышки метано- и пылевоздушных смесей по причинам неполных взрывов и выгораний ВВ в электродетонаторе. Например, на одной из шахт при сотрясательном взрывании в ЭД мгновенного действия произошло выгорание гремучей ртути, в результате чего загорелся тетрил в гильзе. Взрывом соседних зарядов ЭД с горящим тетрилом вместе с разрушенным углем был выброшен в забой. Через небольшой промежуток времени произошел взрыв метано- и пылевоздушнон смеси, которая успела образоваться в забое.

При групповом взрывании зарядов не исключена возможность переуплотнения ВВ до таких пределов, что даже нормальный взрыв ЭД обычной мощности не в состоянии вызвать устойчивую детонацию шпурового подпрессоваиного заряда. Для обеспечения нормальной детонации таких зарядов Росинским Н. Л , Федоровым Л. Ф., Толстых Н. Д. и Жадановым К- М. разработаны предохранительные электродетонаторы ЭД-8ПМ и ЭДКЗПМ-15 повышенной инициирующей способности, обеспечивающие возбуждение нормальной детонации переуплотненных до 1,7 г/см^3 зарядов ВВ, Применение их на шахтах в значительной степени снизило число неполных взрывов и выгорание ВВ в шпурах. Повышение иници*рующей способности таких электродетонаторов достигнуто за счет

увеличения навески основного заряда инициирующего ВВ до 1,6 г вместо 1 г в ЭД нормальной мощности.

Электрические искры, образующиеся в электровзрывной сети. Известны случаи воспламенений метано-воздушных смесей от электрической искры, образующейся при взрывании зарядов от недопушенных источников тока, при пользовании неисправными взрывными приборами и при слабых контактах в соединениях электровзрывной сети. При включении тока в электровзрывную сеть без ограничения времени создаются условия для образования электрической искры в момент отбрасывания взрывом и обрыва проводов, находящихся под напряжением. Электрическая искра короткого замыкания может получиться и при неисправности проводов *электровзрывной сети,* т. *е. при повреждении изоляции на* участках, близко прилегающих один к другому, а также в местах слабых контактов в соединениях проводов, где при включении тока может образоваться электрическая искра.

Источником воспламенения метано-воздушной смеси может стать электрическая искра, образующаяся при проверке исправности взрывного прибора (на искру) в месте, где случайно скопилась Опасная концентрация метано-воздушной смеси. Вспышка метано-воздушной смеси случилась на одной шахте Донбасса, когда взрывник и его помощник, находясь в подрывке бутового штрека, проверяли исправность взрывного прибора указанным выше способом.

Исследования показали, что источником воспламенения метано-воздушной смеси может быть искра, образующаяся при разряде наэлектризованных отрезков выводных проводов ЭД. Это объясняется тем, что если отрезок частично изолированного выводного провода будет отброшен с большой скоростью по выработке, в которой имеется сухая угольная пыль, то проводник электризуется (заряжается) в полете, и затем при соприкосновении с металлическим предметом произойдут разряд и образование искры, которая воспламенит метано-воздушную смесь. При влажном воздухе в выработке электризация провода не представляет опасности.

Горящие и раскаленные частицы, выбрасываемые из шпура или трещин. При детонации ВВ вследствие создающихся больших давлений продукты взрыва выбрасываются во все стороны. При этом частицы ВВ, не успевшие полностью прореагировать, догорают в полете, увеличивая продолжительность пламени взрыва. Кроме того, из шпура могут выбрасываться раскаленные металлические частицы гильзы и чашечки ЭД, КУСОЧКИ проводов, шлака ог сгоревшего замедляющего состава ЭД.

При взрыве 750 г аммонита ПЖВ-20 в канале стальной мортиры без забойки горящие и раскаленные частицы (рис 86) пролетели 15 м внутри опытного штрека, частично заполненного взрывчатой метано-воздушной смесыо, и продолжали лететь в направлении предохранительного земляного пала. Многие горящие частицы пролетели от мортиры до земляного рала расстояние до 25 м, где они

задержались, но продолжали светиться. Такие горящие частицы не в состоянии воспламенить метан из-за кратковременного контакта и недостаточной температуры. Однако они представляют определенную опасность, так как способны поджигать легко воспламеняющиеся материалы.

Наличие во взрываемом массиве широких трещин вблизи взрываемых зарядов увеличивает опасность воспламенения взрывоопасной метано- и пылевоздушной смеси. Если трещины пересекают заряженную часть шпура и соединяют заряд со взрывоопасной средой в забое, то при взрыве заряда пламя взрыва и горящие частицы могут прорваться по трещине и воспламенить взрывоопасную метано-воздушную смесь. Установлено, что вероятность воспламенения метано- и пылевоздушной смесей возрастает с увеличением сечения или ширины трещин при взрывании без предохранительных оболочек ВВ III и IV классов.



Рис 86 Разлет дефлагрир\ющих и раскаленных частиц

Искры, образуемые при ударе. В практике взрывных работ известны случаи воспламенения метано-воздушной смеси от искры, образуемой при скользящем ударе металла о металл или крепкой кремнистой породы между собой и о металлокрепь. Например, на одной из шахт в Англии при взрывании патроном кардокс выброшенный патрон ударился в стоящий перед шпуром механизм, в результате образовалась искра и воспламенилась метано-воздушная смесь. Зарегистрированы случаи воспламенения метано воздушной смеси в результате падения породы на металлическую крепь. Поэтому не исключена возможность, когда при взрывании в поротном забое разлетающиеся куски крепкой кремнистой породы ударяются по металлической крепи и создают искру, от которой может произойти вспышка метано-воздушной смеси.

Чтобы устранить возможность указанных выше источников воспламенения метано- и пылевоздушной смесей, при взрывных работах необходимо выполнять следующие мероприятия 1) применять только допущенные для данных условий, проверенные и в хорошем состоянии предохранительные ВВ, 2) применять только допущенные, проверенные предохранительные ЭД мгновенного и короткозамедленного действия, не допускать пропусков серий заме тлении и не путать размещение их в забое, так как при увеличении интервалов времени между взрывами смежных групп зарядов увеличивается вероятность взрыва открытою заряда ВВ; 3) не заряжать неочищенные шпуры, а также при расстоянии меж-

ду зарядами менее 0,6 м в угольных забоях; менее 0,45 м в породных забоях крепостью $f<7$ и менее 0,3 м *при* $f>7$; 4) правши,^ изготовлять и располагать патроны-боевики в шпуровых заряляу- 5) делать качественную забойку шпуров, а при использовании и«дяной забойки в пластикатовых ампулах обязательно применять запирающую забойку из глины; 6) применять провода для взрытьной сети с хорошей изоляцией и все сростки изолировать при помощи зажимов; 7) применять только допущенные и исправные взрывные приборы, 8) замерять содержание метана перед заряжанием и взрыванием у забоя и в прилегающих выработках на протяжении 20 м; 9) применять водораспылительиые завесы в забоях, опасных по взрыву метана и угольной пыли, а также осланцевание или орошение осевшей угольной пыли.

Только тщательное выполнение указанных мероприятий и требований Единых правил безопасности может обеспечить безопасность взрывных работ.

§ 85. Предотвращение взрывов метано-воздушных смесей

Для предотвращения взрывов и горений метано-воздушных смесей необходимо деятельное проветривание всех действующих выработок в шахте для разжижения выделяющегося метана до безопасных концентраций. Основной мерой, предупреждающей опасные скопления метана, является подача при помощи главных вентиляторов в шахту достаточного количества воздуха на 1 т среднесуточной добычи не менее 1,0 $м^3$/мнн на *шахтлх* 1 категории, не менее 1,25 $м^3$/мин на шахтах II категории, не менее 1,5 $ч^3$/мин на шахтах 111 категории и сверхкатегорных

Содержание метана в общей исходящей струе шахты не должно превышать 0,75% При этом необходимо учитывать, что максимальная скорость движения воздуха в рабочем пространстве очистных и подготовительных выработок должна быть не более 4 м/с, а минимальная — в очистных забоях 0,25 м/с и в подготовительных выработках 0,15 м/с. Тупиковые забои проветривают при помощи вентиляторов местного проветривания, устанавливаемых в горных выработках на свежей струе воздуха. Правилами безопасности четаиовлены следующие предельно допустимые содержания метана до 0,75% на исходящей из шахты струе воздуха; до 1% на исходящей из участка очистного забоя и под;отовптельнон выработки струе воздуха, до 0,5% на исходящей чз забо-i струе, если она направляется в соседние действующие выработки для их проветривания. Взрывные работы разрешается производить при содержании метана в рудничном воздухе менее 1%. При содержании метана в рудничном воздухе 2% и более всякие работы в таких выработках прекращают, электроэнергию выключают, а всех людей удаляют из загазованных выработок.

Чтобы не допустить в шахте, на участке или в отдельных выработках скопления метана сверх установленных норм, постоянно контролируют содержание метана в рудничном воздухе. Горные мастера участка вентиляции и техники безопасности должны замерять содержание метана в своей рабочей смене во всех намеченных выработках; в шахтах I и II категории — не менее двух раз в смену. Один замер необходимо выполнять перед началом смены, последний замер за 1 ч до окончания смены. Горные мастера вентиляции и техники безопасности должны сдавать и принимать смену на месте работы за 1 ч до ее конца.

Все лица технического надзора обязаны замерять содержание метана в забое. При этом бригадиры или ззеньевые применяют переносное метан-реле СШ-2. Этот прибор с автономным питанием предназначен для непрерывного контроля содержания метана в рудничном воздухе (в %). При достижении содержания метана в рудничном воздухе 2% и более (по объему) срабатывает звуковая и световая сигнализация. При уменьшении содержания метана ниже 2% сигнал автоматически выключается. На особо опасных по газу пластах на вентиляционных штреках устанавливают прибор АМТ-3, выполняющий непрерывный контроль содержания метана в рудничном воздухе. При достижении содержания метана 2% и более прибор включает световую и звуковую сигнализацию и выключает электроэнергию на участке.

Для проверки качественного состава рудничного воздуха и правильности его распределения по выработкам следует одновременно замерять количество поступающего воздуха и брать пробы: в шахтах негазовых I и II категории по метану — один раз в месяц; в шахтах III категории по метану — не реже двух раз в месяц, в шахтах сверхкатегорных и в зарядных камерах всех шахт — не реже трех раз в месяц.

Особенно тщательно необходимо замерять содержание метана при выполнении взрывных работ.

В забоях, где имеются суфлярные выделения метана, взрывные работы особенно опасны. Для борьбы с суфлярами предусматривают специальные мероприятия: бурение разведочных или дренажных скважин; предварительную выемку не опасных по суфлярам сближенных пластов; усиление вентиляции забоев при встрече суфляров незначительной мощности; отвод газа на исходящую струю, для чего трещину, выделяющую суфляр, покрывают газонепроницаемым кожухом, из которого метан по трубам отводят на исходящую струю, а иногда — прямо па поверхность. При разработке высокогазоносных пластов применяют д е г а з а ц и ю у г о л ь н ы х п л а с т о в и п р о п л а с т к о в, в процессе которой метан отсасывают по трубам и отводят на поверхность для снижения газообильности очистных забоев н вентиляционных выработок.

Основными задачами в решении проблемы внезапных выбросов пород являются разработка эффективных *способов* борьбы с *ними* и обеспечение безопасных условий работы. В настоящее время иа-

мечены мероприятия, которые необходимо выполнять и при ведении взрывных работ. Прежде всего для отбойки породы взрывами зарядов ВВ шпуры располагают в нижней части забоя. Если при этом произойдет выброс, то он, во-первых, будет меньшей интенсивности и, во-вторых, часть энергии выброса будет направлена на разрушение породы в верхней части забоя в пределах проектного контура выработки. Уменьшение расхода ВВ в два раза приводит в среднем к снижению интенсивности выбросов породы примерно на 25%. В зонах, особенно опасных по выбросам породы, расстояние от подошвы выработки до верхнего ряда шпуров не должно превышать 1 м, а в зонах невысокой степени опасности 1,5—2 м.

При ведении взрывных работ применяют также метод уступного забоя (см. рис. 46): забой уменьшенного сечения на 2—4 м опережает отстающий уступный забой. Заряды в опережающем и отстающем забоях взрывают одновременно. При этом, если при взрыве зарядов в опережающем забое происходит выброс породы, то взрывы зарядов в отстающем забое, во-первых, уменьшают разброс породы, и, во-вторых, создают дополнительное давление взрывных газов, препятствующее выбросу породы.

Сотрясательное взрывание предназначено для провоцирования выброса угля и газа или породы при отсутствии людей на опасных расстояниях. Для предотвращения возникновения запоздалых выбросов целесообразно применять камуфлетно-сотрясательное взрывание, при котором наряду со шпурами глубиной 1,8—2,2 м, применяемыми при обычном сотрясательном взрывании, в забое бурят несколько шпуров глубиной 3,5—4,5 м, которые заряжают и взрывают одновременно со всеми зарядами. При взрыве камуфлетных зарядов частично растрескивается порода впереди забоя, что способствует снижению напряжений в призабойноп зоне и сипл ает опасность запоздалых выбросов породы. При камуфлетно-сотрясательном взрывании необходимо следить за расположением шпуров последующего цикла с тем, чтобы заряды не подходили близко к камуфлетным пустотам от предыдущего взрыва

§ 86. Предотвращение воспламенения пылевоздушных смесей и гашение возникших взрывов

Для устранения опасности воспламенения пылевоздушных смесей выполняют профилактические мероприятия, уольный массив увлажняют и пыль убирают по мере ее накопления в местах отложения. Применяют также осланцевание инертной пылыо всех выработок; побелку смесью цемента с известью периметра основных откаточных и вентиляционных выработок, смыв пыли струей воды, а при сухой уборке — предварительное увлажнение. МакНИИ разработан пылеуборочный агрегат, передвижной вентилятор ко-

торого приводит во взвешенное состояние угольную пыль, улавливаемую передвижным пылеулавливающим механизмом.

Для предупреждения перехода скопившейся в горных выработках угольной пыли во взвешенное состояние и образования взрывоопасного облака пыль нейтрализуют путем осланцевания или связывания смачивающе-связующим составом. Такие составы содержат 30—40% хлористого кальция, 2,5—5% гидрата окиси магния, 50% воды, 1% смачивателя и 4% хлористого магния. Смачивающе-связывающий состав можно применять в виде раствора или пасты. Опытами МакНИИ установлено, что в одинаковых условиях продолжительность защитного действия различных способов составляет: при скреплении пыли пастой — от 20 до 68 суток; при связывании жидким раствором — от 4 до 15 суток; при осланцевании инертной пылью — до 3 суток. Максимальная норма осланцевания для пластов Донбасса достигает 88%, для Кузбасса - 92%.

Для предотвращения взрывов пылевоздушных смесей в призабойном пространстве при ведении взрывных работ перед каждым взрыванием шпуровых зарядов ВВ применяют местное осланцевание забоя и прилегающих к нему выработок длиной не менее 20 м. В подготовительных забоях вместо осланцевания можно применять связывание осевшей пыли орошением, при этом в воду необходимо добавлять смачиватель ДБ. Для орошения применяют ручной ороситель РО-1. Не допускается в одной и той же выработке в разные смены применять осланцевание и орошение.

В качестве дополнительных мероприятий применяют водораспылительные завесы: в призабойном пространстве горной выработки создается зона, заполненная мелкодисперсным водяным туманом, который препятствует развитию взрывных реакций даже в том случае, если пламя взрыва возникает в призабойном пространстве.

Для предотвращения возможности распространения взрыва метана и угольной пыли по горным выработкам на большие расстояния в сухих местах выработки на расстоянии от места возможного возникновения взрыва метано- и пылевоздушной смеси не менее 60 м и не более 300 м устанавливают сланцевые заслоны. Длина сланцевого заслона в зависимости от площади забоя и формы выработки составляет 20—30 м. В месте установки сланцевых заслонов на 1 м^2 площади выработки должно быть размещено на полках в основных выработках 400 кг, а в промежуточных выработках — 200 кг инертной пыли. Согласно «Правилам безопасности на угольных и сланцевых шахтах», сланцевыми заслонами изолируют очистные забои, отдельные забои подготовительных выработок, крылья шахтного поля, околоствольные выработки. Сланцевые заслоны устанавливают на входящей и на исходящей струях того забоя или комплекса забоев, которые необходимо изолировать.

В настоящее время разрешено применять вместо сланцевых водяные заслоны, и их применяют на ряде шахт Донбасса. Водяные

заслоны устанавливают на расстоянии не менее 75 м и не более 250 м от возможного очага взрыва. Длина водяного заслона 30 м. На 1 $м^2$ поперечного сечения выработки необходимо размещать в сосудах, установленных на полках в основных выработках, 400 л воды, в промежуточных выработках — 200 л воды.

Для изоляции тупиковых забоев подготовительных выработок в МакНИИ разработан сланцевый или водяной заслон, срабатывающий в результате опрокидывания полок специальным механизмом. Этот механизм приводится в действие взрывом электродетонатора, вызванного действием фотоэлектрического датчика, срабатывающего от пламени взрыва метано- и пылевоздушной смеси. Водяные или сланцевые заслоны с принудительным срабатыванием устанавливают на расстоянии 15—30 м от забоя, где выполняется взрывание.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛ XIII

1 Каков состав атмосферного воздуха?
2 Каким изменениям подвергается атмосферный воздух в шахте[1]
3 Какое содержание и значение имеет кислород в рудничном воздухе?
4 Какие свойства углекислоты?
5 Какие свойства окиси углерода'
6 Какие свойства окислов азота?
7 Клкие свойства сернистого газа?
8 Какие свойства сероводорода?
9 Какие свойства метана?
10 Какие бывают выделения метана?
11 Как разделяют шахты на категории по газу?
12 Что представляют собою выбросы породы и где они происходят'[1]
13 Как образуется и отлагается угольная пыль?
14 Какие угли считаются опасными по взрыву пыли?
15 Каковы последствия взрывов метано- ч пылевоздушных смесей?
16 Как выделяется метан при взрывных работах по углю и выбросоопасньш породам?
17 Какие возможные псточ шки воспламенения метано- и пь.левоздушиы-г смесей при взрывных работах?
18 Какие заряды называют открытыми?
19 Какие основные причины выгорания Зарядов?
20 Какие основные мероприятия по предотвращению взрывов метано возтуш ной смеси?
21 Какие основные мероприятия по уменьшению опасности восптаменоцир пылевоздушных смесей?
22. Как проводят локализацию метано- я пы «воздушных смесей?

ГЛАВА XIV

ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ШАХТАХ, ОПАСНЫХ ПО ВЗРЫВУ МЕТАНА, УГОЛЬНОЙ И СЛАНЦЕВОЙ ПЫЛИ

§ 87. Условия безопасного ведения взрывных работ в шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли

Опасность взрывных работ в шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, состоит в том, что при некоторых условиях взрывания или при выгооании ВВ в шпурах может произойти воспламенение метано- и пылевоздушной смеси. Особенно большая опасность взрывных работ в угольных забоях связана с тем, что при взрывании из свежеотбитого измельченного угля довольно быстро выделяется большое количество метана и образуется много мелкой фракции угольной пыли. В результате этого вблизи забоя очень быстро создается местная взрывоопасная метано- и пылевоздушная смесь, которая легко воспламеняется при взрыве частично открытого заряда или при выгорании ВВ в шпурах или в отбитом угле.

Наиболее опасны взрывные работы при проведении восстающих выработок по газоносным пластам угля с углом падения более "10°. Такие выработки труднее проветривать, и в них может быстро •образоваться взрывоопасная концентрация метано- и пылевоздушных смесей. Очень опасны взрывные работы в забоях, где имеются суфлярные выделения метана, и на пластах, опасных по выбросам угля и метана.

В очистных забоях большую опасность представляют взрывные работы по углю в верхних кутках лав или нишах, а также при взрывании породы в бутовых или вентиляционных штреках, при проведении выработок по завалам и в нарушенных сильно трещиноватых породах. Взрывная отбойка подрубленной пачки угля более опасна, чем отбойка неподрубленного пласта угля, так как подрубленная пачка угля оседает и в ней образуются трещины, которые могут пересекать заряды ВВ. В этих условиях пламя взрыва заряда может прорваться в атмосферу и воспламенить метано- и пылевоздушную смесь.

Особо опасны взрывные работы в лавах с газоносными пропластками или спутниками пластов угля в кровле, при обнажении которых после обрушения кровли выделяющийся в большом количестве метан попадает в рабочее пространство лавы Эта опасность усугубляется еще и тем, что вспышка метано-воздушной смеси из таких лав передается в отработанную часть лавы и метан горит

длительное время. Ликвидация такого пожара является весьма затруднительной и опасной операцией.

Для предотвращения вспышки или взрыва метано- и пылевоздушной смеси при взрывных работах Единые правила безопасности предусматривают ряд мероприятий, строгое выполнение которых обеспечивает безопасность взрывных работ. Например, в шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, взрывные работы допускаются в забоях, непрерывно проветриваемых свежей струей воздуха, количество и скорость его движения должны соответствовать требованиям «Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах»; только патронированными предохранительными ВВ, а также ВВ в предохранительных оболочках и средствами беспламенной отбойки, допущенными к применению Госгортехнадзором СССР; только при электрическом взрывании зарядов с применением предохранительных ЭД и взрывных приборов во взрывобезопасном исполнении, допущенных к применению Госгортехнадзором СССР.

Запрещается ведение взрывных работ, кроме сотрясательного взрывания, в особо опасных по метану тупиковых забоях подготовительных выработок, проводимых по углю, или по углю с подрывкой боковых пород предохранительными ВВ до IV класса включительно. Запрещается производство взрывных работ по углю в восстающих тупиковых выработках, проводимых снизу вверх по пластам, опасным по метану. Производство взрывных работ в забоях таких выработок разрешается только при прохождении их с предварительным бурением скважин с откаточного на вентиляционный горизонт для пропуска необходимого количества воздуха за счет общешахтной депрессии или при использовании средств беспламенной отбойки угля.

В шахтах III категории и сверхкатегорных по метану взрывные работы по углю и по породе допускаются только по особому для каждой шахты разрешению главного инженера комбината. В шахтах, опасных по метану, взрывные работы в подготовительных выработках, исходящая струя из которых поступает в очистные забои, необходимо выполнять между сменами или в специальные подготовительные смены при отсутствии людей в очистных забоях. В этих случаях люди должны быть выведены из забоев в специально пройденную камеру (нишу) или боковую выработку, находящуюся на расстоянии не менее 200 м от взрываемых зарядов и омываемых струей свежего воздуха. Это требование не распространяется в случае применения средств беспламенной отбойки угля.

На пластах, опасных по внезапным выбросам угля и метана, взрывные работы по углю при вскрытии пластов и пропластков допускаются только в режиме сотрясательного взрывания.

Для устранения случаев ведения взрывных работ в загазованных забоях необходимы надежное проветривание выработок, тщательный и своевременный контроль за содержанием метана в рудничном воздухе. Поэтому Едиными правилами безопасности преду-

смотрено, что перед *заряжанием шпуров, перед* каждым взрыванием зарядов и при осмотре забоя после взрывания мастер-взрывник обязан замерить содержание метана начиная с 10 см от плоскости взрываемого тупикового забоя и в выработках, прилегающих к нему, на протяжении 20 м Особенно тщательно нужно замерять содержание метана в верхней *части выработки, где могут* быть повышенное его содержание или слоевые скопления. Содержание метана замеряют оптическими газоопределителями ШИ-3, ШИ-5, ШИ-10 и др Действие оптических газоопределителей основано на измерении величины смещения интерференционной картины, происходящего при прохождении светового луча через камеру с исследуемой пробой рудничного воздуха. Указанное смещение пропорционально плотности воздуха и процентному содержанию в нем метана.

Для определения концентрации метана пять-восемь раз сжимают резиновую грушу, засасывая исследуемый воздух. Проходя через патрон с химическим поглотителем, воздух теряет углекислоту и влагу и очищается от пыли. Если в рудничном воздухе содержится метан, то яркая полоса спектра будет перемещаться вправо относительно шкалы. Наблюдая в окуляр при нажатии кнопки, снимают показания прибора. Деление шкалы, находящейся посредине белой полосы, между двумя черными, соответствует содержанию метана в рудничном воздухе в процентах по объему. В случае отсутствия у мастера-взрывника газоопределителя или его неисправности все замеры содержания метана при взрывных работах должен выполнять горный мастер по вентиляции или газомерщик.

На пластах, опасных по взрыву угольной пыли, перед каждым взрыванием в подготовительных забоях, проводимых по углю или по углю с подрывкой боковых пород, необходимо орошать водой с добавкой смачивателя осевшую угольную пыль у забоя и в выработках, примыкающих к нему, на протяжении не менее 20 м от взрываемых зарядов В очистйых забоях на пластах, опасных по взрыву угольной пыли, *при* взрывании по углю в кутках лав или нишах призабойное пространство следует орошать водой с добавкой смачивателей. В этих условиях можно применять и водораспылительные завесы.

При проведении подготовительных и нарезных выработок по углю *и* в смешанных забоях пластов с газообильностью свыше 10 м^3 на 1 т суточной добычи, в забоях с суфлярными выделениями газа, а также на пластах, опасных по взрыву угольной пыли вне зависимости от их категории по метану в качестве дополнительных мер, обеспечивающих безопасность взрывных работ, применяют водораспылительные завесы и водяную забойку шпуров.

Водораспылительные завесы создаются путем взрывного распыления воды из полиэтиленовых сосудов (мешков). Призабойное пространство горной выработки перед взрывом шпуровых зарядов заполняется мелкодисперсным водяным туманом, который препят-

S K M , ^ (Р Г Ш В 87 П К ? I

размеры: ширину в сложенииоГввде50-60 гJ стмУ°Щие f
при емкости 40—50 л и 50-60 с Г ™ еикот» Я) «У 7?~80 см '

. 60-90 г ,,р,,

Рис 87 Расположение сосудов с водой в подготовительных выработках-
/ — не отнесенных к особо опасным; // — отнесенных к особо опасным, *а*, сосуды емкостью 20—25 л; б — сосуды емкостью 40-50 л; 8 — сосуды емкостью 20-25 н 40-50 л

патрона ПВП-1-У или угленита Э-6 массой 100 г при количестве воды в мешке 20—25 л или взрывом одного патрона ПВП-1-У (или угленита Э-б массой 200 г) при количестве воды в мешке 40—50 л. Патроны ВВ в полиэтиленовых мешках с водой разрешается инициировать только предохранительными ЭД мгновенного действия типа ЭД-8-ПМ, соединяемых в общую электровзрывную сеть.

В выработках, проводимых по пластам, опасным по взрыву угольной пыли, но не опасных по метану, а также в случае использования для взрывания в шпуровых зарядах ВВ V класса заряды во врубовых шпурах и в мешках с водой можно инициировать одновременно электродетонаторами мгновенного действия.

При использовании водораспылительных завес максимальное время последней ступени замедления электродетонагоров типа ЭДКЗ-ПМ в угольных и смешанных забоях, а также при сотрясательном взрывании с учетом разброса по времени срабатывания не должно превышать 200 мс. Шпуровые заряды в забоях подготовительных выработок, проводимых полностью по породе, инициируют электродетонаторами типа ЭДКЗ-ПМ с максимальным време-

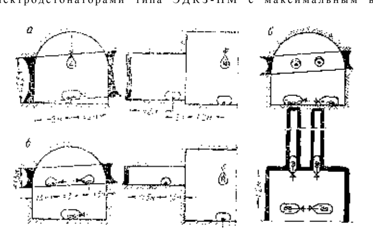


Рис 88. Расположение сосудов с водой в выработках, не отнесенных к особо опасны*', с двумя открытыми поверхностями а-емкостью 20-25 л, б-емкостью 25 л, *в* - сосуды емкостью 10-15 л

нем замедления последней ступени (с учетом разброса по времени срабатывания) не более 300 мс.

В забоях выработок, где взрывание зарядов разрешается в два приема, водораспылительные завесы необходимо создавать прт каждом приеме взрывания. Предотвращение воспламенения метано- и пылевоздушных смесей в забое выработки достигается при расходе воды в водяной завесе не менее 5 л на 1 $м^2$ площади поперечною сечения выработки в проходке при условии, что распыленная вода в виде тумана заполнит весь объем призабойного пространства, т. е перекроет всю площадь выработки. В особо опасных забоях расход воды необходимо увеличить до 10 л на 1 $м^5$ площади забоя.

Для создания предохранительной среды во всем призабойном пространстве полиэтиленовые мешки с водой необходимо располагать на расстоянии 1—2 м от плоскости взрываемого забоя и не далее 2 м от боков выработки, на расстоянии не более 1,5 м от кровли выработки для подвешиваемых мешков (20—25 м) и 2,5 м для мешков, укладываемых на почве или подошве выработки. Для выработок высотой более 2,5 м можно одновременно укладывать на почве мешки емкостью 40—50 л и подвешивать мешки ем

костью 20—25 л Полиэтиленовые мешки с водой не следует укладывать на рельсах и непосредственно у стоек крепи. В выработках, проводимых полностью по породе с незначительным выделением метана, при использовании водораспылительных завес в шпуровых зарядах допускается применение непредохранительных ВВ при условии, что содержание метана в призабойном пространстве перед взрыванием будет менее 1%.

В воду для создания водораспылительных завес следует добавлять смачиватель ДБ в количестве 0,01% по объему. На почве выработки полиэтиленовые мешки целесообразно укладывать на доски или распилы, чтобы не повредить мешок. Разрешается мешки емкостью 20—25 л сначала подвешивать, а затем заливать в них воду через прорезанное отверстие сверху. Допускается нахождение заряда водоустойчивых ВВ в мешке с водой не более 1 ч, при большем времени патрон нужно дополнительно изолировать или поставить новый заряд. Мастер-взрывник после окончания взрывных работ должен тщательно осмотреть остатки от полиэтиленовых мешков с целью обнаружения возможных отказов и попадания ВМ во взорванную массу угля или породы.

При наличии в угольном забое опережающих дренажных или врубовых скважин большого диаметра, заполнение которых забоечным материалом затруднительно, для предотвращения воспламенения метано- и пылевоздушных смесей в них в устье каждой скважины необходимо помещать полиэтиленовый сосуд с водой емкостью не менее 10 л. В этом случае воду следует распылять за 20—30 мс до взрывания зарядов в шпурах.

Применение водораспылительных завес, кроме повышения безопасности взрывных работ в шахтах, опасных по взрыву метана и угольной пыли, благодаря подавлению пыли и снижению количества ядовитых продуктов взрыва ВВ улучшает санитарно-гигиенические условия труда шахтеров. Однако продолжительность эффективного действия водяной завесы, способной предотвратить воспламенение метано- и пылевоздушной смеси от взрыва случайно оказавшегося открытого (или частично открытого) заряда, составляет 500—600 мс. Поэтому при выгорании заряда ВВ в шпуре, которое может продолжаться большие промежутки времени, водяные завесы не окажут эффективного действия.

В последние годы для повышения безопасности взрывных работ в шахтах, опасных по взрыву метана и угольной пыли, на ряде шахт Донбасса и Карагандинского бассейна были проведены опыты по созданию предохранительной среды в тупиковой части выработки из инертной воздушно-механической пены. Для этого раствор пенообразователя ПО-1 (ГОСТ 6948—54) или пасты ДС-РАС (ВТУ-3156) при помощи специальных генераторов подавали в тупиковую часть выработки. Концентрация пенообразователя ПО-1 в водном растворе допустима в пределах 4—8%.

Безопасность взрывных работ обеспечивает создаваемая непосредственно перед взрыванием шпуровых зарядов пробка из пены длиной не менее 10 м. При этом воздушный зазор между поверхностью пены и кровлей выработки должен быть не более 0,5 м. Воздушно-механическая пена при заполнении выработки вытесняет взрывоопасную атмосферу из тупиковой части выработки, связывает угольную пыль в призабойной части выработки. При взрыве шпуровых зарядов пена значительно охлаждает газообразные продукты взрыва и локализует начальные очаги воспламенения метано- и пылевоздушных смесей.

Недостатком применения воздушно-механической пены является трудность полного заполнения тупиковой части выработки. При большом выделении метана пена от плоскости забоя будет вытеснена и метан может заполнить зазор между кровлей и пеной. В этих условиях вспышка метано-воздушной смеси в забое по зазору может передаться в не заполненную пеной часть выработки. Кроме того, при взрывании шпуровых зарядов пена в призабойном пространстве разбивается и герметизация его нарушается. Поэтому в случае выгорания заряда воздушно-механическая пена может оказаться неэффективной.

Взрывчатые вещества и средства взрывания для шахт, опасных по взрыву метана или угольной пыли.

1. Для взрывания по углю при проведении подготовительных выработок и в очистных забоях (кроме особо опасных по метану забоев) разрешается применять предохранительные ВВ IV класса—аммониты Т-19, ПЖВ-20, а в особо опасных по метану угольных забоях — ВВ повышенной предохранительное™ V класса — угленит Э-6, патроны ПВП-Г-У, СП-1 и средства беспламенной отбойки, для перебивания деревянных стоек и разбучивания углеспусков — угленит № 5.

2. Для взрывания породы в смешанных забоях подготовительных выработок и в забоях бутовых штреков разрешается применять предохранительные ВВ IV класса — аммониты Т-19, ПЖВ-20, а *в особо опасных забоях* (вентиляционные штреки, проводимые по завалам, бутовые штреки при подрывке слабых сильно трещиноватых пород) рекомендуется применять ВВ повышенной предохранительности — угленит Э-6 и патроны ПВП-1-У.

3. При сотрясательном взрывании по углю разрешается применять предохранительные ВВ IV класса — аммонит Т-19, ПЖВ-20 и другие ВВ этого класса, имеющие надежную детонационную способность. При сотрясательном взрывании по породе разрешается применять предохранительные ВВ III и IV классов — аммонит АП-5ЖВ, победит ВП-4, аммониты Т-19 и ПЖВ-20.

4. При углубке по породе стволов с действующих горизонтов шахт, а также при проведении только по породе горизонтальных и наклонных горных выработок на действующих и строящихся шахтах, при полном отсутствии взрывоопасной угольной пыли,

разрешается применять предохранительные ВВ III и IV классов — аммониты АП-5ЖВ, Т-19, ПЖВ-20 и победит ВП-4.

Все перечисленные в п.п. 1—4 ВВ разрешается применять при содержании метана менее 1%.

5 В шахтах, опасных по метану всех категорий или опасных по взрыву угольноп пыли, при углубке по породе стволов шахт с действующих горизонтов, а также при проведении только по породе горизонтальных и наклонных горных выработок на действующих и строящихся шахтах допускается применять непредохранительные ВВ II класса — аммонит скальный № 1 прессованный, детонпт М, аммонит № 6ЖВ при соблюдении следующих условий непрерывною проветривания забоя свежей струей воздуха, полного отсутствия угольных пластов или пропластков, опасных по взрыву угольной пыли и выделению метана, строгом контроле за содержанием метана перед каждым заряжанием и взрыванием зарядов С приближением забоя этих выработок к угольным пластам на расстояние 5 м, а также после пересечения угольных пластов на расстоянии 20 м необходимо применять только предохранительные ВВ III и IV классов

В шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, запрещается одновременная выдача мастеру-взрывнику нарядов-путевок на производство взрывных работ в забоях с применением предохранительных и непредохранительных ВВ.

Для обеспечения безопасности ведения взрывных работ в шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, разрешается применять только предохранительные ЭД мгновенного (ЭД-8-ПМ) и короткозамедленного действия (ЭДКЗ-ПМ-15, ЭДКЗ-ПМ-25) при соблюдении следующих условий

1) при ведении взрывных работ по углю или по углю и по породе в смешанных забоях и при сотрясательном взрывании максимальное время замедления ЭД короткозамедленного действия с учетом разброса времени срабатывания не должно превышать 135 мс;

2) в угольных забоях подготовительных выработок, проводимых узким забоем, весь комплект зарядов в забое следует взрывать за один прием,

3) в подготовительных выработках, проводимых широким забоем по углю без машинного вруба, все заряды нужно взрывать за один прием При длине угольного забоя более 5 м разрешается взрывать заряды раздельно, но не более чем за два приема (по длине забоя), при этом шпуры второго приема следует заряжать только после взрывания зарядов в шпурах первого приема и уборки всего отбитого ими угля;

4) в подготовительных выработках, проводимых по углю с подрывкой боковых пород, зарядов в шпурах, пробуренных по углю и по породе, можно взрывать гак раздельно, так и одновременно, причем раздельное взрывание можно выполнять только по паспорту, утвержденному главным инженером шахты. При взрывании

« два приема заряжание и взрывание зарядов в шпурах, пробуренных по породе, допускается только после проветривания забоя п прилегающих к нему выработок и проведения других мер, обеспечивающих безопасность работ в забое. Взрывание всего комплекта зарядов в три приема и более в таких условиях запрещается;

5) во всех случаях, указанных в п.п. 2, 3, 4, все заряженные шпуры должны взрываться одновременно, причем взрывание комплекта зарядов может производиться лишь при отсутствии взорванного угля ближе 10 м от взрываемого забоя. Перед каждым приемом взрывания следует замерять содержание метана, а также выполнять орошение или осланцевание взрывоопасной угольной пыли.

В забоях выработок, проводимых только по породе в шахтах, опасных по метану всех категорий или опасных по взрыву уголь•ной пыли, при содержании в них метана менее 1% и при полном отсутствии взрывоопасной угольной пыли для взрывания можно применять ЭД мгновенного и короткозамедленного действия. При этом максимальное время замедления ЭД короткозамедленного действия с учетом разброса времени срабатывания не должно превышать 195 мс. Весь комплект зарядов в забое следует взрывать не более чем за два приема. В таких же забоях при полном отсутствии в выработках выделений метана и взрывоопасной угольной пыли взрывание можно выполнять с применением ЭД мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия с максимальным замедлением последней серии не более 10 с без ограничения числа приемов взрывания и величин интервала замедлений.

Исследования МакНИИ по определению безопасных условий короткозамедленного взрывания в шахтах, опасных по взрыву метана и угольной пыли, показали, что за время взрыва зарядов в угольных и смешанных забоях тупиковых выработок, проводимых по газоносным угольным пластам, в том числе и по выбросоопасным, взрывоопасные концентрации метана не образуются. Поэтому принятые максимально допустимые замедления при короткозамедленном взрывании вполне безопасны. Однако безопасность короткозамедленного взрывания будет обеспечена только в том случае, если в забое и примыкающих выработках до взрывания концентрация метана была менее 1% и применялась правильная расстановка серий замедлений ЭД.

Нельзя взрывать смежные заряды с интервалами больше чем 60 мс. В угольных и смешанных забоях, опасных по взрыву метана или угоаьнои пыли, при использовании ЭДКЗ-ПМ-15 разрешается пропускать в любых смежных шпурах не более одной ступени замедления по разрешению главного инженера шахты. При использовании электродетонаторов ЭДКЗ-ПМ-25 разрешается пропускать только одну первую серию замедления (25 мс), остальные серии замедлений в смежных шпурах пропускать запрещается Кроме того, необходимо строго следить за последовательностью замедлений при заряжании — если ЭД с большим замедлением попадает в заряд, взрываемый раньше, а ЭД с меньшим замедлением — в за-

ряд, который будет взорван позднее, то вследствие этого заряд может взорваться в выброшенном или разрушенном массиве, что очень опасно.

Взрывание зарядов в шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, разрешается только электрическим способом В качестве источника тока применяют только конденсаторные взрывные приборы во взрывобезопасном исполнении, допущенные Госгортехнадзором СССР к применению в шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли Взрывные приборы перед выдачей мастерам-взрывникам должны быть проверены на длительность импульса, а также на развиваемые ими ток и импульс тока Проводимость взрывной сети следует проверять специальными приборами непосредственно в забое при условии предварительного замера содержания метана. Перед взрыванием зарядов должно быть замерено содержание метана у места выполнения взрыва.

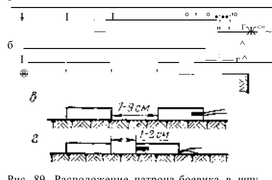


Рис 89 Расположение патрона-боевика в шпуровом заряде и при испытании на передачу детонации:

Заряжание, нормы забойки шпуров, л н.с. и минимальные расстояния между смежными зарядами. Перед заояжаием в шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, шпуры должны быть тщательно очищены или промыты водой под давлением. Заряд, состоящий из двух или нескольких патронов ВВ, следует вводить в шпур одновременно с тем, чтобы избежать пересылок или недосылок одного патрона к другому. Патрон-боевик можно досылать в шпур отдельно Запрещается в одном шпуре помещать ВВ различных типов, а также при сплошном заряде применять более одного патрона-боевика. Патрон-боевик в заряде необходимо располагать первым от устья шпура При неправильном расположении патрона-боевика значительно снижается устойчивость детонации шпуровых зарядов и увеличивается опасность их выгорания. При правильном расположении 200-граммового патрона-боевика из аммонита Т-19 диаметром 36 мм (рис. 89, б) он передает детонацию на открытом воздухе на расстояние 7—9 см, а при неправильном расположении патрона-боевика только на 1—2 см. Кроме того, неправильное расположение патрона-боевика увеличивает выброс пламени и раскаленных частиц из шпура и повышает опасность воспламенения метано- и пылевоздушных смесей.

В шахтах, опасных по взрыву метана и угольной пыли, запрещается взрывание зарядов без забойки. При взрывании по углю и породе величина забойки шпуров должна быть равна при глубине шпуров 0,6—1 м — половине глубины шпура, гюи глуоине шнуров более 1 м — не менее 0,5 м, при примен< а — не менее 1 м В качестве забоечного материала следует применять смесь глины с песком или пластикатовые ампулы с водой Наружный диаметр таких ампул равен 36—38 мм, длина ампулы — 30—40 см, толщина полиэтиленовой пленки — 0,1—0,15 мм. Удержание воды *в ам*пуле обеспечивает обратный клапан. Существенным недостатком ампул с таким диаметром (36—38 мм) при диаметре шпуров 42—48 мм является значительный зазор между ампулой и стенкой шпура, через который может произойти воспламенение метано-воздушной и пылевоздушной смеси. Поэтому при применении таких ампул с водой обязательно применение запирающей забойки из смеси глины с песком длиной не менее 15 см. Длина водяной забойки в пластикатовых ампулах для шпуровых зарядов в шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, должна быть не менее 30 см. При большой глубине шпуров и величине заряда более 0,9 кг длина водяной забойки должна быть увеличена до 0,6 м На практике применяют пластикатовые ампулы диаметром 46—48 мм, которые заполняют водой после размещения их в шпуре. При забойке шпуров такие ампулы практически полностью перекрывают все сечение шпура. Однако и при этих ампулах необходимо применять запирающую забойку из глины. Применение водяной забойки шпуров позволяет уменьшить вероятность воспламенения метано- и пылевоздушных смесей при взрывных работах, снизить запыленность рудничного воздуха и частично нейтрализовать ядовитые окислы азота, образующиеся при взрыве ВВ.

Не исключена возможность некачественного изготовления ампул, а также разрыва их при заряжании. Исходя из этого, необходимо получать ампулы в большем количестве, чем рассчитано по числу и глубине шпуров.

При наличии в забое нескольких открытых поверхностей расстояние от любой точки заряда ВВ до поверхности должно быть не менее 50 см при взрывании по углю и не менее 30 см — по породе. Минимальная глубина шпура по углю и по породе должна быть 0,6 м. В отдельных случаях в очистных забоях на пластах мощностью менее 0,7 м при машинной подрубке или при раздельной выемке пластов допускается ведение взрывных работ при расстоянии до зарубной щели или открытой поверхности не менее 30 см по всей длине заряда. При этом должны быть соблюдены дополнительные мероприятия по безопасности работ, утвержденные главным инженером шахты. При взрывании шпуровых зарядов в больших глыбах породы расстояние от заряда до их поверхности и длина забойки должны быть не менее 30 см. В этом случае взрывание разрешается при условии связывания взрывоопасной пыли орошением и при отсутствии метана в прилегающих вь/работках. В ка-

честве дополнительных мероприятий по безопасности рекомендуется поверх забойки на глыбе укладывать полиэтиленовый мешок с водой.

Минимальное расстояние между смежными шпуровыми зарядами должно быть не менее 0,6 м при взрывании по углю: 0,45 м при взрывании по породе с крепостью / < 7 и 0,3 м при взрывании по породе с *f*—7 и более.

§ 88. Взрывные работы при проходке вертикальных шахтных стволов по газоносным породам

Для проходки вертикальных шахтных стволов по газоносным породам и пересечении угольных пластов в паспорте буровзрывных работ необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению взрывов метано-воздушной смеси.

В чистопородных забоях, в которых выделяется метан, применяют предохранительные ВВ — аммониты АП-5ЖВ, ПЖВ-20, Т-19 и победит ВП-4, которые инициируют электродетонаторами мгновенного и короткозамедленного действия. При этом максимальное время замедления с учетом разброса времени срабатывания не должно превышать 195 мс. При проходке стволов с поверхности на шахтах, опасных по метану, допускается применять непредохранительные ВВ и ЭД мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия при содержании метана в забое Meifee 1;% при условии подтопления перед взрыванием всей площади забоя Взрывание выполняют с поверхности при отсутствии людей в стволе и на поверхности шахты на расстоянии 50 м от ствола.

При выделении метана из забоя ствола до 1,5 $м^3$/мин забой достаточно подтопить на 40—50 см, считая от самой высокой точки забоя, при большем выделении метана (1,5—2 $м^3$/мин), а также при суфлярном выделении слой воды должен быть не менее 90—100 см от самой высокой точки забоя. Подтопление забоя выполняют за счет естественного притока воды, а при необходимости ускорить подтопление используют воду, накапливаемую в специальном резервуаре на поверхности. Колышки для установки антенных проводов должны быть такой высоты, чтобы вода после подтопления не достигала антенных проводов до момента взрыва зарядов. При невозможности подтопления забоя водой и большом выделении метана для изоляции забоя и замедления выделения метана применяют глиняный заслон толщиной не менее 30 см.

§ 89. Взрывные работы в забоях с суфлярными выделениями метана

К мероприятиям, предотвращающим скопление метана в рудничном воздухе выработки, относятся: усиленное проветривание, каптаж и отвод суфляров, дегазация, цементация пород, глиняные

или водяные заслоны и др. При длительных и сильных суфлярах для уменьшения поступления метана в выработки суфляры необходимо каптировать и метан отводить на исходящую струю, а иногда из шахты на поверхность. Каптаж состоит в том, что устье трещин (или трещины) перекрывают металлическим колпаком К патрубку колпака присоединяют трубопровод диаметром 38—59 мм и выводят в назначенном месте.

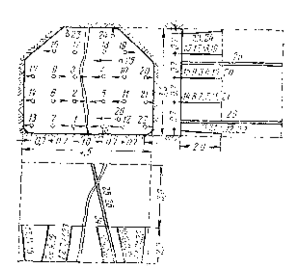


Рис. 90. Паспорт буровзрывных работ при наличии суфляра в забое

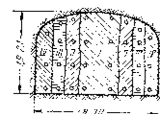
№ шпуров, взрываемых за один прием	Глубина шпуров, м	Угол наклона шпуров к плоскости забоя, градус	Масса заряда на шпур, кг	Очередность взрывания
1—6	[illegible]	60	[illegible]	I
7—12	[illegible]	75	1,25	II
13—22	[illegible]	85	1,25	III
23—24	2	90	[illegible]	IV

Пример проведения главного квершлага с суфлярным выделением метаю на одной из шахт Донбасса После взрывания зарядов в верхней части забое была открыта трещина шириной 0,5 см Направление трещины совпадало с направлением проведения квершлага Из трещины с сильным шумом вырывалась струя метана и вытекала вода При подаче в забой около 250 м^3 воздуха в минуту содержание метана в выработках не снизилось После установки второго вентилятора и прокладки вентиляционных труб в забой квершлага подавалось 550 м^3 воздуха в минуту И только после этого концентрация метана в забое на вторые сутки была снижена до 1,7% Для дальнейшего обеспечения без mac ности и возобновления работ по проведению квершлага был выполнен кштаж и отвод метана по трубопроводу. Проведение такого мероприятия по-

зволило обеспечить безопасность ведения буровзрывных работ с выпол пением дополнительных мероприятий. Первыми бурили разведочные шпуры № 25 и 26, позволившие определить примерное направление газоносных трещин в породах, характер газовыделения и притока воды После этого бурили 24 го пизонтальных шпура по забою (рис. 90). Все *шпуры* были расположены и про бурены так, чтобы они не пересекали газоносных трещин и не подходили к ним чтобы при взрывании в них зарядов обеспечивался отрыв породы от массива Шпуры, из которых усиленно выделялся метан, не заряжали, взрывание выпол няли только при содержании метана у забоя и в прилегающей выработке на протяжении 20 м менее 1 %

§ 90. Взрывные работы на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа, и в выбросоопасиых породах

Вскрытие пластов угля, опасных по выбросам угля и газа, выполняют сотрясательным взрыванием после предварительной дегазации скважинами небольшого диаметра (65—115 мм). Сотрясательное взрывание при вскрытии пластов пологого падения следует применять со стороны почвы с расстояния 5 м от пласта, а со стороны кровли — 2 м, пластов и пропластков крутого падения — с расстояния 4 м, а в местах геологических нарушений — с расстояния 6 м от пласта. Вскрытие крутых пластов, склонных к выбросам, квершлагом или другими выработками допускается только при сечении их в свету не более 5 м^2. Сотрясательное взрывание нужно применять также и при вскрытии пластов, не опасных по выбросам угля и метана, залегающих на глубине *300* м и более, для условий Донбасса, Сучана и Таврического месторождения; более 150 м — для условий Кузбасса и Егоршинского месторождения и более 400 м — для условии Воркуты и Караганды, если избыточное давление метана в пласте превышает 10 кгс/см^2.



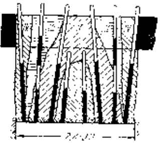


Рис. 91. Принципиальная схема последовательности разрушения породы и угля при вскрытии пластов
I–IV – порядок взрывания

Сотрясательное взрывание следует выполнять таким образом, чтобы за одно взрывание были разрушены породная пробка и пласт угля на полную мощность, а выработка оконтуривалась полностью. Для достижения этого необходимо располагать заряды ВВ в породной пробке и в пласте угля. Шпуры, проходящие через пласт угля, следует бурить в породу (за пластом) на глубину 0,4—0,5 м.

При глубине шпуров до 3,2 м применяют сплошные заряды, а при глубине шпуров более 3,2 м — рассредоточенные заряды (рис. 91). В обоих случаях рекомендуется применение двойного вертикально-клинового вруба. Длина забойки между рассредоточенными зарядами в шпуре и от заряда до устья шпура должна быть не менее длины заряда, первого от забоя, но не менее 0,75 м. В шпурах с рассредоточенными зарядами заряды во втором ярусе (у дна шпура) следует взрывать с применением ЭД короткозамедленного действия с замедлением большим, чем в первом ярусе (к устью шпура). Общее время замедления взрыва шпуровых зарядов в забое не должно превышать 135 мс.

Минимальные расстояния между зарядами смежных шпуров по углю — 0,6 м, а по породе — 0,4 м. Шпуры первого короткого вруба бурят до пласта. Величину заряда ВВ IV класса в коротком врубе в зависимости от глубины шпура принимают в пределах 0,75—1,25 кг, в остальных шпурах 1,5—3 кг. Общую потребность ВВ на одну заходку при вскрытии пласта определяют по формуле

$$Q = S(q_п l_п + q_у l_у), \quad кг,$$

где S — площадь забоя перед вскрытием (в проходке), м^2; $q_п$ — удельный расход ВВ в породной пробке, кг/м^3; $l_п$ — глубина шпуров (или заходки) по породе, м; $q_у$ — удельный расход ВВ для угля (табл. 33), кг/м^3; $l_у$ — глубина заходки по углю, м.

При вскрытии опасных пластов взрывание выполняют с поверхности или вышележащего горизонта шахты. В последнем случае лица, связанные с выполнением сотрясательного взрывания, должны быть удалены на расстояние не менее 1000 м от забоя. После вскрытия пласта взрывные работы по расширению выработок дс проектного сечения выполняют также сотрясательным взрыванием Инструкцию для сотрясательного взрывания при вскрытии опасных пластов утверждает главный инженер комбината.

Сотрясательное взрывание применяют на пластах, склонных к внезапным выбросам угля и метана, при проведении горизон

Коэффициент крепости пород и угля f	Удельный расход ВВ из расчета на аммонит ПЖВ-20, кг/м^3	
	при вскрытии крутых пластов [illegible] со стороны кровли	при вскрытии пологих пластов [illegible] со стороны почвы
0,8—2	1,5—2,5	1,2—1,5
2—4	2,5—3,0	1,5—2,0
4—6	3,0—3,5	2,0—2,5
6—8	3,5—4,0	2,5—3,0
8—12	4,0—5,0	3,0—3,5

тальных и наклонных выработок, проводимых сверху вниз, а также при выемке угля в лавах при разработке не опасных по выбросам пластов в местах геологических нарушений в случаях проявления признаков внезапных выбросов угля и метана. Для каждого забоя, где необходимо сотрясательное взрывание, должна быть составлена инструкция, устанавливающая порядок и технику его выполнения и меры безопасности, направленные на защиту людей от возможного выброса угля и метана Проект и инструкцию, составленные шахтой, утверждает главный инженер комбината. После утверждения инструкцию прорабатывают среди всего старшего технадзора шахты, технадзора и рабочих участка, вентиляционного надзора и мастеров-взрывннков.

К инструкции прилагают паспорт буровзрывных работ, который устанавливает число, глубину и расположение шпуров, очередность взрывания в них зарядов, расход ВМ, длину забойки и другие параметры взрывания, обеспечивающие отбойку угля или породы по всему сечению забоя с коэффициентом использования шнуров не менее 0,85 и хорошее оконтурпванне периметра выработки. Число шпуров и общий расход ВВ на забой можно определять по формулам

$$N s = \{ \pm \wedge - +) K > \text{шпуров;}$$

$$\hat{Q} = - \frac{N'mP}{f} \sim , \quad ki,$$

где b — ширина угольного забоя, м; K — коэффициент, зависящий от мощности пласта,

Мощность пласта, м	0,4—0,5	0,55—0,8	0,85—1,4	1,45 и более
Значение Л: . . .	0,9—1,1	1,2—1,4	1,5—2,0	2,5-3

$l_Ш$ — глубина шпура (средняя), м, p — масса заряда ВВ, приходящегося на 1 м шпура, для порошкообразных аммонитов р = 1,1 — 1,2 кг/м

Если при сотрясательном взрывании не будет достигнуто достаточное разрушение угля или породы, следует его повторить. Новые шпуры необходимо бурить в целиках между шпурамн от предыдущего взрывания Во избежание запоздалых выбросов категорически запрещаются выравнивание забоя и перерезка кутков ручным инструментом Перед выполнением сотрясательного взрывания в подготовительных выработках на крутых пластах, склонных к высыпанию, необходимо устанавливать опережающую крепь. При составлении паспортов буровзрывных работ в этих условиях следует верхний ряд шпуров бурить так, чтобы заряды их находились на расстоянии не менее 0,5 м от опережающей крепи Примерные схемы расположения шпуров в угольных забоях на пологих и

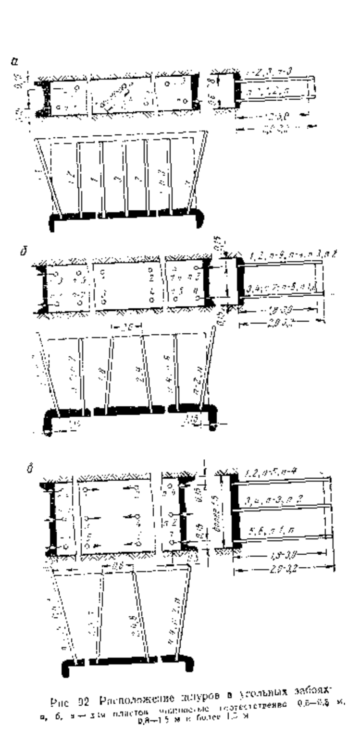


Рис. 92. Расположение шпуров в угольных забоях: а, б, в — для пластов мощностью соответственно 0,5—0,8 м, 0,8—1,5 м и более 1,5 м

наклонных пластах показаны на рис. 92, а на крутых пластах — на рис. 93.

Для сокращения числа циклов сотрясательного взрывания и увеличения темпов проведения выработок по выбросоопасным пластам угля на шахте им. А. Ф Засядько применяют шпуры глубиной до 4 м (рис. 94) с врубовыми шпурами глубиной в первой ступени 1,1 м (заряд 0,6 кг), во второй — 2,5 м (заряд 0,9 кг) и в третьей — 4 м (заряд 1,8 кг).

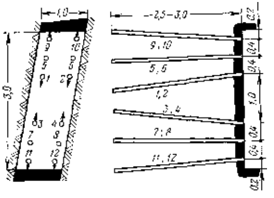


Рис. 93 Расположение шпуров для сотрясательного взрывания на крутых пластах угля: *1, 3, 3* **и** *4* — заряды, взрываемые мгновенно; *5. 6, 7* и а — заряды взрываемые с замедлением 50 мс

Для сотрясательного взрывания применяют предохранительные ВВ IV класса (Т-19, ПЖВ-20), предохранительные ЭД мгновенного и короткозамедленного действия (ЭД-8-ПМ и ЭДКЗ-ПМ-15) со временем замедления последней ступени не более 135 мс (с учетом разброса). Забойка шпуров должна заполнять все свободное пространство шпура от заряда до его устья. Заряды взрывают с помощью взрывного прибора (КВП-1/100М или ПИВ-100М и др.) и только за один прием с расстояния не менее 600 и от забоя, считая по свежей струе воздуха. При невозможности выдержать указанное расстояние сотрясательное взрывание следует выполнять с поверхности шахты. На время взрывания должны быть выведены люди, находящиеся в выработках по ходу вентиляционной струи, от места взрыва, а также на ближайших выработках в безопасное место, устанавливаемое главным инженером шахты, на расстоянии не менее 1000 м от взрываемых зарядов, считая по свежей воздушной струе Перед взрыванием выработка должна быгь освобождена на протяжении не менее 100 м от забоя от вагонеток и других предметов.

После сотрясательного взрывания по углю в подготовительных выработках, проводимых по пластам, опасным по выбросам угля и метана, взрывание по породе необходимо выполнять с расстояния не менее 200 м от забоя. В местах геологических нарушений сотрясательное взрывание следует вести одновременно по углю и по породе. При раздельном взрывании в смешанных забоях отставание породного забоя от угольного должно быть не менее 0,5 и не более 5 м.

Перед выполнением сотрясательного взрывания вентиляционный надзор осматривает все вентиляционные устройства, а также

перемычки, установленные для предотвращения проникновения метана в другие участки или на другие горизонты шахты При обнаружении нарушений в вентиляционные устройства взрывание не производят до устранения всех выявленных нарушении Содержание метана перед заряжанием и взрыванием, а также после взрывания замеряет лицо вентиляционного надзора по должности не ниже горного мастера Сотрясательное взрывание выполняет опытный мастер взрывник, назначенный приказом по шахте и закрепленный для постоянной работы на данном участке.

При взрывании обязательно присутствие лица технического надзора по должности не ниже помощника начальника участка Лица вентиляционного и участкового надзора, а также мастер-взрывник должны быть снабжены изолирующими самоспасателями типа ШС-7. Не допускается при сотрясательном взрывании отключение вентиляторов местного проветривания. На время сотрясательного взрывания во всех выработках шахты, в которые может проникнуть метан после выброса электроэнергию отключают и только после проверки содержания метана в воздухе этих выработок включают вновь.

1 25 15 ?в 2° I
о* го 1о 'оооооо' Я 21 г7я
13 19 13 SJrf Ш гд 22 2вЩ

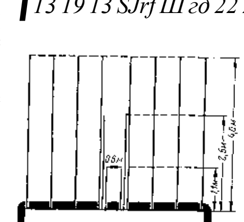


Рис 94. Распределение замедлений по шпурам для сотрясательного взрывания в откаточном штреке мс 5-8-ж мс д-12-45 мс із- /«-во мс, 19-22-75 чс 23-28- 105'мс

В шахтах, опасных по взрыву метана или угольной пыли, при сотрясательном взрывании необходимо применять водораспылительные завесы с расходом воды не менее 10 л на 1 $м^2$ сечения выработки в проходке, связывание водой с добавкой смачивателя осевшей взрывоопасной угольной пыли на протяжении 20 м от забоя, установку первичных сланцевых или водяных заслонов с принудительным срабатыванием на расстоянии 15—20 м от забоя.

После проветривания, но не ранее чем через 30 мин после сотрясательного взрывания, забои должен быть осмотрен лицом технадзора, в присутствии которого производилось взрывание, и мастером-взрывником При движении к забою для его осмотра, следуя по выработкам с поступающей струей воздуха, надо замерять содержание метана. Замеряющий содержание метана следует на расстоянии 3—4 м впереди сопровождающего его лица. При обна-

ружеиии метана в количестве 2% и выше проверяющие должны немедленно возвратиться назад и принять меры по усилению проветривания выработок. Тщательно осмотрев забой, где было проведено сотрясательное взрывание и убедившись, что забой находится в безопасном состоянии, лицо технического надзора дает разрешение на возобновление работ в забое и на участке. К бурению шпуров можно приступить только после полной очистки забоя от угля и породы, кроме того, он должен быть закреплен и осмотрен лицом технического надзора. Шпуры для сотрясательного взрывания по углю необходимо бурить только вращательным способом, по породе можно применять ударное бурение. При этом диаметр буровой коронки или резца не должен превышать диаметр патронов ВВ более чем на 4—6 мм. При наличии разведочных или дегазационных и других шпуров или скважин в забое, где будет выполняться сотрясательное взрывание, они должны быть забиты глиной на всю глубину.

Взрывные работы по выбросоопасным породам. При проведении выработки по выбросоопасным породам в Донбассе зарегистрировано более 1500 случаев выбросов песчаника, которые сопровождались обильным выделением метана. Прирост концентрации метана через 123—137 мс после подачи тока в электровзрывную сеть, как правило, составляет менее 1%, и лишь в двух случаях он достигал 1,59 и 2,16%- По истечении 160—220 мс после подачи тока в призабойном пространстве выработок уже могут возникать взрывчатые концентрации метана, которые были зарегистрированы в трех из 27 проб. При этом содержание метана в одной из проб составило 10,6%. Еще более высокие концентрации метана зарегистрированы через 225—325 мс; в 6 из 23 проб они находились в пределах от 9,1 до 56%. Опасность взрывных работ по выбросоопасным породам увеличивается еще и тем, что не исключена возможность воспламенения метано-воздушной смеси от искрения при соударении летящих с большой скоростью кусков песчаника между собой и с металлическими предметами в забое.

Для производства взрывных работ по выбросоопасным породам разрешается применять следующие ВВ: в забоях с одной открытой поверхностью при взрывании зарядов с поверхности п отсутствии люден в шахте — аммонит скальный № 1 прессованный или аммонит № 6ЖВ или детонит М и другие ВВ II класса; в забоях с двумя открытыми поверхностями при взрывании зарядов из шахты — аммонит АП-5ЖВ и победит ВП-4, в вертикальных стволах шахт при подтапливании забоя водой на высоту не менее 20 см, считая в наиболее выступающих частях забоя, — аммонит скальный № 1 прессованный или детонит М и другие ВВ II класса.

При взрывании в забоях с одной открытой поверхностью удельный расход ВВ рекомендуется принимать для аммонита скального 1,2—1,5 кг на 1 $м^3$ обуренного объема песчаника с /=84-10, для предохранительных ВВ —1,6—1,9 $кг/м^3$. Глубину шпуров при проведении горизонтальных и наклонных выработок следует прнни-

мать не менее 1,8—2 м. Расстояние между зарядами во врубовых шпурах должно быть 0,4—0,5 м *при* взрывании аммонитом скальным № 1 и 0,3—0,4 м при взрывании предохранительными ВВ. Среднее расстояние между зарядами остальных шпуров — 0,7—0,8 м для аммонита скального и 0,5—0,6 м для предохранительных ВВ Во всех случаях необходимо выполнять забойку шпуров и должны быть обеспечены коэффициент использования шпуров не менее 0,75—0,8 и хорошее окоптуривание периметра выработки.

Заряды ВВ разрешается инициировать предохранительными ЭД мгновенного действия типа ЭД8-ПМ и короткозамедленного действия типов ЭДКЗ-ПМ-15 и ЭДКЗ-ПМ-25 с максимальным временем замедления последней серии не более 195 мс. Все заряды в забое следует взрывать за один прием с расстояния не менее 600 м, а люди на время взрывания должны быть удалены на расстояние не менее 1000 м, считая по свежей струе воздуха. Для предупреждения воспламенения метано-воздушной смеси в горизонтальных и наклонных выработках необходимо применять водораспылительные завесы с расходом воды не менее 10 л на 1 м^2 сечения выработки в проходке. Взрывные работы выполняются в режиме сотрясательного взрывания.

Торпедирование и камуфлетное взрывание. При торпедировании угольного массива за счет энергии взрыва мощных пепредохраиительных ВВ в пласте увеличиваются естественные и возникают новые трещины, что ускоряет процесс дегазации, снижает давление газа и тем самым ослабляет напряженное состояние угольного массива.

В зависимости от гориогеологических и производственных условий скважины бурят глухие или сквозные в промежуточные штреки. Глубина скважин — в пределах 10—20 м, диаметр — 120—150 мм, расстояние между ними должно быть не более удвоенного радиуса влияния взрыва заряда. Торпедированием обрабатывают нарушенную часть и прилегающий к ней массив по 10 м по падению и восстанию пласта. Для каждого забоя, где применяют торпедирование, составляют паспорт буровзрывных работ, в котором указывают число, глубину и расположение скважин, массу и конструкцию заряда, величину забойки, очередность взрывания и другие мероприятия.

Шахтт им газеты «Социалистический Донбасс» разрабатывает два пласта с углом падения 4—6°. /г,о мощностью 12—1.3 м и /г$_8$ мощностью 08 м Торпедирование с 19Ь6 г применяют на обоих пластах в местах геологических нарушений в нишах и куткач лав. При помощи бурового станка Б 15 бурят скважины диаметром 150 мм. глубиной 12,5 и 15 м с наклоном по падению и к почве пласта под углом 5—6° для удобства заполнения ич водой после заряжания Скважины располагают на расстоянии *4* м одна от другой

Для торпедирования применяют аммонит скальный № ! прессованный в патронах диаметром 36 мм, длиной 18 см. массой 250 г Масса заряда в скважине 12 5—22 5 кг По всей длине заряда протянут ДШ (без выхода из скважины) Для инициирования ВВ и ДШ применяли предохранительные электродетонаторы ЭД-8 ПМ и ЭДКЗ ПМ-13 В скважипный заряд помещали два ЭД. соединенных между собой параллельно ЭД разных зарядов соединены после-

довательно Составленный заряд по диаметру из двух или из трех патронов обматывали пеньковой веревкой, бязевой тканью и сверху полиэтиленовой пленкой, а затем — тесьмой или прочным шпагатом Подготовленный заряд составным забойником досылали до дна скважины, до устья скважину заполняли глиняной забойкой длиной 0,5—0,6 м По всей длине скважины прокладывали отрезок шланга, через который заполняли ее водой и вытесняли при этом метан Таким образом, заряд ВВ взрывали в окружении воды (длина забойки 7 м), что увеличивало радиус действия взрыва и повышало безопасность взрывных работ Взрывание зарядов выполняли с расстояния 600 м после удаления людей на расстояние 1000 м После торпедирования выемку угля в лаве производили комбайном Запас проторпедированпон зоны был ие менее 5 м Для нового торпедирования скважины бурили в промежутках между скважинами от предыдущего торпедирования

В случае отказа взрыва в скважине производили повторное взрывание Если заряд и повторно не удавалось взорвать, то скважину очищали от глиняной забойки и в нее вплотную к отказавшему досылали заряд ВВ такой же конструкции массой 1 кг с двумя ЭД У устья скважины делали забойку из глины и скважииу вновь заполняли водой Взрыв выполняли в принятом для торпедирования режиме

Камуфлетное взрывание в очистных забоях применяют на ряде шахт Донбасса для предотвращения выброса угля и метана На шахте им А Ф. Засядько при разработке пласта i_t мощностью 1,2—1,3 м с углом падения 12—15° шпуры бурили по всей лаве на расстоянии 4 м одии от другого, глубиной 5,5 м При использовании предохранитетьного аммонита ПЖВ-20 или 1-19 в патронах диаметром 36 мм величину заряда на шпур принимали 1,2—1,5 кг Свободное пространство от заряда заполняли ампулами с водой и только на 25—30 см от устья шпур заполняли глиняной забойкой Заряды инициировали предохранительными электродетоиаторами ЭД-8-ПМ и ЭДКЗ-ПМ-15 с замедлениями 15, 30, 45, 60, 75, 105 и 120 мс, установленными в шпуровых зарядах подряд от 0 до 120 мс, затем от 120 мс до 0 и опять от 0 до 120 мс и т д Одновременно по лаве длиной 100—180 м взрывали 40—45 зарядов в режиме сотрясательного взрывания После выполнения камуфлетного взрывания в лаве уголь подрубали врубовой машиной и вынимали с применением отбойных молотков, При этом подвигание забоя лавы за цикл составляло 0,9—1 м После четырех циклов повторяли камуфлетное взрывание, так что запас зоны действия от предыдущего камуфлетного взрывания оставался 1,5—1,6 м

§ 91. Особенности ликвидации отказавших зарядов в забоях, опасных по взрыву метана или угольной пыли

Ликвидацию отказавшего заряда с ненарушенной забойкой, находящеюся на допустимом расстоянии от открытой поверхности, можно выполнить повторным взрыванием с соблюдением требуемых мероприятии Если же при повторном подсоединении и приведении взрывного прибора в действие взрыва не произойдет, то отказавший заряд разрешается ликвидировать взрывом заряда в шпуре, пробуренном параллельно на расстоянии не менее 30 см от шпура с отказавшим зарядом

Если отказавшие заряды частично раскрыты пли расстояние от них до открытой поверхности стало менее 0,6 м в угольном забое и менее 0,3 м в породном забое, а также если забойка шпура отбита или стала недостаточной, то их запрещается взрывать повторно из-за опасности воспламенения метано- и пылевоздушной смеси. Ликвидацию таких отказов разрешается производить взры-

р

вами новых зарядов, в результате взрыва которых иногда взрывается и отказавшии заряд Поэтому мастер-взрывник должен заложить открытую часть отказавшего заряда глиной толщиной не менее 10 см.

Перед повторным взрыванием заряда отказавшего или заряда в новом шпуре необходимо замерить содержание метана у забоя и в прилегающих выработках на протяжении 20 м, а также выполнить орошение или осланцевание угольной пыли и применить водораспылительные завесы При ликвидации отказавших зарядов на пластах, опасных по выбросам угля и метана, помимо выполнения указанных выше мероприятии, взрывание следует вести в режиме сотрясательного взрывания

§ 92. Средства беспламенной отбойки угля и пород

Для повышения безопасности работ в особо опасных по метану забоях применяют средства беспламенном отбойки угля и слабых пород, патроны гидрокс, аэрдокс и кардокс. В настоящее время применяют только патроны гидрокс В-2 и аэрдокс АП-2.

В металлическую гильзу патрона гидрокс В-2 диаметром 54 мм, длиной 130 см и массой 11 кг помещают заряд БВ-48 массой 290 г Заряд состоит из электротермического элемента с металлическим нагревателем, окруженного инициирующим веществом, и основного состава. Реакция основного состава происходит при давлении 55—50 ьгс/см^2, в результате которой образуются газы и пары воды, давление которых достигает 2100 кгс/см^2. По предохранительным свойствам заряд БВ-48 отнесен к VI классу. В качестве источника тока применяют искробезопасные взрывные приборы ИВП-1/12

Шпуры под патроны гидрокс В-2 бурят резцами РУ-10 и РУ-12с диаметром 60 мм и с применением витых штанг. При заряжании в патрон гидрокс вставляют срезной диск (пластинку) толщиной 2 мм, помещают заряд БВ-48, после чего патрон помещают в шпур. При подаче тока воспламеняется термический состав и разлагается инициирующее вещество, которое вызывает химическую реакцию основного заряда По достижении определенного давления диск срезастся и продукты реакции, вырываясь через отверстия разрядной головки, отжимают и разламывают часть массива угля. Рекомендуется разрядную головку патрона В-2 не доводить до дна шпура на 20 см.

По данным применения патронов гидрокс на шахтах Кузбасса, при наличии в забое одной открытой поверхности число шпуров на забои в зависимости от площади забоя принимается следующим:

S, м^2. . . .	4,5	5,1	5,5	6,4	7,1	7,7	9,2	9,5	10,4	11,6	12,6
N.	.16	18	19	20	22	24	27	30	32	35	39

Производительность одного заряда БВ-48 массой 270 г в очень слабых углях составляет 0,6—0,7 м^3.

При отбойке угля сжатым воздухом по специальным воздухопроводам сжатый воздух нагнетается компрессором в стальной патрон а эр до кс АП-2. По достижении давления 650—800 кгс/см^2 в патроне срезается диск и сжатый воздух вырывается через отверстие в головке патрона; расширяясь, он разламывает часть массива угля. Диаметр патрона аэродокс АП-2 — 5,4 см, длина — 150 см.

Линия *сопротивления от* патрона до открытой поверхности массива должна быть 0,4—0,5 м в крепких углях, 0,5—0,6 м в углях средней крепости, 0,6—0,7 м в слабых углях и 0,7—0,8 м в очень слабых углях. Максимальная глубина шпуров 1,4—1,6 м. В большинстве случаев патроны беспламенной отбойки применяют при наличии в забое двух открытых поверхностей в угольном массиве (оставшиеся кутки лав), при наличии в забое ряда скважин большого диаметра и др В забоях с одной открытой поверхностью врубовые шпуры располагают в два или три ряда в нижней части забоя. Первые врубовые шпуры располагают под углом 25—30°, вторые 40—50°, третьи 60—65°, четвертые 70—80°, остальные шпуры прямые.

§ 93. Особенности взрывных работ при добыче горючих сланцев

Иа шахтах Прибалтийского сланцевого бассейна проведение подготовительных выработок и отбойку горючего сланца в очистных забоях производят с применением взрывных работ, в процессе которых часть горючего сланца измельчается в мелкую пыль, некоторое время находящуюся во взвешенном состоянии, а затем осаждающуюся в горных выработках. Взрывчатость пыли горючих сланцев зависит главным образом от выхода летучих, содержания золы и влаги. В зависимости от этих показателей нижний предел взрывчатости взвешенной пыли горючих сланцев колеблется в пределах от 6 до 300 г/м^3. Основную опасность взрыва представляет взвешенная мелкая пыль горючих сланцев, образующаяся в процессе производства взрывных работ. В распространении взрыва может принять участие пыль, ранее отложившаяся в горных выработках, если влажность ее будет менее 15%.

Источниками воспламенения взвешенной пыли горючих сланцев при взрывных работах могут быть высокотемпературные продукты детонации ВВ или выгорающие заряды ВВ в шпурах. Взвешенная пыль горючих сланцев (с влажностью 2,5%) воспламеняется от взрыва открытого заряда массой 600 г предохранительных аммонитов ПЖВ-20 или Т-19. Следовательно, взрыв взвешенной пыли может произойти в случае взрыва открытого заряда ВВ. Поэтому необходимо строго следить за расположением шпуров, праВИЛЬЕЮ их заряжать и выполнять требуемые мероприятия по предупреждению взрывов пыли горючих сланцев.

Предупреждение взрыва пыли горючих сланцев при взрывных работах обеспечивают водораспылительные завесы, создаваемые взрывным распылением воды из полиэтиленовых сосудов емкостью 20—25 или 40—50 л. Водораспылительные завесы необходимо применять при групповом взрывании зарядов в очистных забоях и в подготовительных выработках, если влажность отложившейся в выработке пыли горючих сланцев менее 15%. Воду из полиэтиленового сосуда распыляют взрывом одного патрона предохранительного аммонита ПЖВ-20 или Т-19 массой 150—300 г.

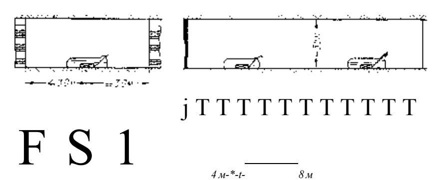


Рис. 95. Расположение сосудов с водой в забоях сланцевых шахт

Такой заряд инициируют электродетонатором мгновенного действия. В этом случае во врубовых шпурах применяют ЭД мгновенного или короткозамедленного действия.

Полиэтиленовые сосуды для создания водяных завес должны иметь в сложенном виде ширину 500—600 мм, длину 700—800 мм при емкости 40—50 л и 500—600 мм при емкости 20—25 л. Толщина полиэтиленовой пленки должна быть 0,1 ±0,02 мм. Число сосудов в подготовительных выработках определяют из расчета расхода воды не менее 2,5 л на 1 $м^2$ площади поперечного сечения выработки. При взрывании в подготовительных забоях полиэтиленовые сосуды с водой необходимо располагать на расстоянии не более 2 м от плоскости взрываемого забоя (рис. 95, а), 3 м от боков выработки, 3,5 м от кровли выработки В лавах и камерах сосуды с водой следует располагать на расстоянии не более 2 м от взрываемого забоя (рис. *95,6).* В очистных забоях необходимое число сосудов определяют по максимально допустимым расстояниям между ними, которое должно быть равным. 8 м для сосудов емкостью 40—50 л, и 6 м для сосудов емкостью 20—25 м.

Технология и организация работ по созданию водораспылительных завес должна соответствовать требованиям действующего «Руководства по ппименению водяных завес при взрывных работах в угольных шахтах», за исключением нормативных рекомендаций, изложенных выше.

Энергия взрыва заряда ПЖВ-20 или Т-19 в сосуде с водой может быть использована для дробления крупных (nei абаритных) кусков породы или горючего сланца; заряд ВВ массой не более 300 г укладывают на дне сосуда с водой, расположенного на глыбе; количество воды в сосуде должно быть не менее 20 л

Для предупреждения взрывов пыли горючих сланцев разрешается использовать полиэтиленовые ампулы с водой конструкции МакНИИ или ИГД им. А. А Скочинского, если в результате их применения в качестве внутренней забойки влажность отложившейся пыли горючих сланцев будет не менее 15%.

Эстонские месторождения горючих сланцев характеризуются высокой устойчивостью вмещающих пород, представленных в основном известняками, которые по крепости относят к III категории с /=6-^8, и горючими сланцами с /=3-^4 Основным фактором, затрудняющим разработку, является сложное строение промышленного пласта, разрабатываемая часть которого состоит из пяти маломощных слоев горючего сланца, разделенных прослойками извесшяка Рабочая мощность пласта находится в пределах 2,2—2,35 м, вместе с прослойком — 2,8—3 м

В связи с тем что горногеологпческие условия на сланцевых шахтах значительно отличаются от угольных шахт, опасных по метану или уготьной пыли, разработаны требования и рекомендации по безопасному и эффективному прнпеьекию короткозамедленного взрывания в условиях шахт Прибалтийского сланцевого бассейна, основные из которых приведены ниже.

При взрывных работах по пласту горючего сланна используют только прдохранительные ВВ не ниже IV класса (ПЖВ-20, Т-19 и др.). При этом диаметр патронов аммонита ПЖВ 20 должен быть не менее 36 мм, а Т-19 — ье менее 31—32 мм. Для инициирования шпуровых зарядов разрешается применять электродетоchаторы мгновеннрго действия — ЭД-8Э, ЭД 8Ж, ЭД 8М, ЭД-8-ПМ и короткозамедленного действия — ЭДКЗ-15, ЭДКЗМ-15, ЭДКЗ-25. При этом общее время взрыва всех серии ЭД с учетом разброса не должно превышать 195 мс. В случае производственной необходимости по разрешению павного инженера треста или шахтоуправления допускается использование ЭД с общим временем взрыва всех серий до 300 мс (с учетом разброса). В этом с/тучае водораспылительные завесы следует применять независимо от влажности отложившейся пыли горючих сланцев

В выработках, проводимых по пустым породам, при отсутствии отложившейся пыли горючих станцев на расстоянии не менее 20 м ати ее влажности более 15% разрешается применять непредохранительные ВВ II и III классов с инициированием зарядов электродетонаторами мгновенного, короткозамедленного н замененного действия (с номинальными замедлениями 0,5, 0,75, I, 1,5, 2, 4, б, 8 и 10 с). Соединение ЭД в электровзрывпон сети доиьно быть только последовательным. При этом запрещается совместное применение злектродетонаторов, изготовленных разными заводами.

В качестве источника тока можно применять взрывные конденсаторные приборы ВМК-1/Ю0, КВП-ЮОМ, ПИВ-ЮОм и др В очистных и подготовительных забоях, проводимых по пласту горючего сланца, весь комплект шпуровых зарядов, как правило, взрывают за один прием. При необходимости взрывания в несколько приемов шпуры последующих приемов следует заряжать только после взрыва зарядов предыдущих. Если влажность отло-

-pZ8 *O 29* C *30* *031* *OJZ* *O 33* *O 3Ь* *o35* *O 36*

%-—of9 *O 10* o *Z1* *O 22* *O 23* *OZ<** o 2*Б* *026* O27

OH O 72 o *1b* *o f f* *Old* *0 16* *014* *Of в*

\ьp-1Л *T£f* *1y*

ПЖВ 20 Т-19

I—3—5—7-9

жньшеися пыли горючих сланцев от предыдущих взрывов будет менее 15%, необходимо применять водораспылительные завесы. Включение взрыва *необходимо* проводить из безопасного места, расположенного ьа свежен струе воздуха не ближе 150 м от зарядов

При рзрыванип электродетонаторов ЭДКЗ 25 в смежных шпуровых зарядах разрешается пропускать ье более одной из следующих ступеней замедления. 25, 50 или 75 мс Пропуск последующих ступеней замедления, г. е. 11)0, 150 мс, не допускается. При приме-

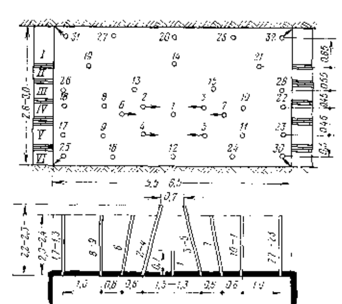


Рис. 97. Расположение шпуров в забое шириной до 6,5 м без машинного вруба

№ шпуров	Длина шпуров, м	Величина заряда, кг		Распределение замедлений		
		ЭДКЗ-30, Т-15	Т-19	ЭДКЗ-25	ЭДКЗ-25 I вариант	ЭДКЗ-25 II вариант
1 2—3—4—5	0,7 2,2—2,3	0,5 1,2	0,2 1,2	0	0	15
6—7	2,0—2,1	1,2	1,2	25	30	45
8—9—10—11 12	2,0—2,1	1,2 1,2	1,2 1,2	50	60	75
13—15 14		0,9 0,9	0,9 1,0		75 90	90 105
17—21 18—22	2,0—2,1	0,9 1,2	1,5 1,2	75	105	120
16—19—21—24 20		0,9 1,2	1,0 1,5		120 135	135 150
23—26—29 30, 27—28	2,0—2,1	1,2	1,2	100	150 165	165
31—32	2,0—2,1	1,2	1,2	150	180	180

нении ЭДКЗ-15 в смежных шпуровых зарядах разрешается взрывать через одну ступень замедления.

Для предупреждения неполных взрывов и выгораний шпуровых зарядов перед заряжанием шпуры следует хорошо очищать от буровой мелочи, а все патроны заряда необходимо посылать в шпур одновременно. Патрон-боевик можно располагать первым от устья шпура или первым от дна шпура. В качестве забойки шпуров следует применять смесь глины с песком в соотношении 3:1 или пластикатовые ампулы с водой. Минимальная длина водяной забойки должна быть не менее 30 см. Поверх нее рекомендуется применять забойку длиной 10—15 см из глины с песком. В забоях с машинным врубом для предотвращения преждевременного обрушения подрубленного пласта и нарушения целости шпуров и зарядов в зарубную щель следует устанавливать подшашки. При взрывании в несколько приемов подшашки следует устанавливать также на границе взрываемых участков.

Принятые для конкретного забоя параметры буровзрывных работ должны обеспечить наиболее *полный* отрыв и необходимую степень дробления горной массы при минимальном расходе бурения и ВМ, кучное расположение взорванной массы без повреждения крепи. На рис. 96 и 97 приведены схемы расположения шпуров в очистном забое соответственно с машинным врубом и без него.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К гл XIV

1 Какие забои относят к наиболее опасным по взрыву метано- и пылевоздушной смесей'

2 Как контролируется содержание метана при взрывных работах'

3 Какие мероприятия применяют для предупреждения воспламенения пылевоздушных смесей при взрывных работах[3]

4 Какие ВВ можно применять в забоях, опасных по взрыву метана и угольной пыли'

5. Какие средства и принадлежности допущены для взрывания в забоях, опасных по взрыву *метана* или угольной пыли'

6 Как следует заряжать шпуры и располагать патрон боевик в заряде?

7 Какие минимальные расстояния от заряда до открытой поверхности и между шпуровыми зарядами'

8 Какие нормы забойки шпуров и ее материал'

9 Что Такое сотрясательное взрывание'

10 Особенности взрывных работ в забоях с суфлярным выделением метана.

11 Какие особенности ликвидации отказавших зарядов в забоях, опасных по взрыву метана и угольной пыли'

12 Какие особенности взрывных работ на сланцевых шахтах'

ГЛАВА XV

ТРАВМАТИЗМ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

§ 94. Основные причины и источники травматизма

Причины и источники травмирования людей вполне устранимы при соблюдении требований Единых правил безопасности, укреплении производственно-технической дисциплины среди мастеров-взрывников, рабочих и инженерно-технических работников участков и шахт.

Основные причины и источники травмирования людей при ведении взрывных работ на шахтах следующие:

1. Неудаление людей на безопасное расстояние от взрываемых зарядов, отсутствие постов охраны на подступах к местам выполнения взрывных работ и невыставление запретных знаков на пути распространения продуктов взрыва. По этим причинам происходит 35—45% случаев травматизма. При этом *зачастую травмируются* рабочие и даже горнотехнический надзор, попадающие в район взрыва зарядов со стороны выставленных запретных знаков. Иногда сами мастера-взрывники, не уходя в безопасное место и выполняя взрывание с близкого расстояния от забоя, травмируются разлетающимися кусками породы или угля.

2 Несвоевременная и неправильная ликвидация отказавших зарядов. Зачастую отказавшие заряды ликвидируют путем разборки массива породы и угля вокруг отказавшего заряда. Такая ликвидация отказавших зарядов иногда приводит к взрыву и травмированию рабочих, производивших разборку. Иногда рабочие, обнаружив отказавшие заряды в забое, стараются скрыть их, чтобы надзор не запретил работы в забое до ликвидации отказавших зарядов. Чтобы не видно было проводов от отказавших зарядов, они либо выдергивают их из шпура, при этом иногда происходит взрыв отказавшего заряда и травмирование рабочих, либо прячут концы проводов или ОШ в шпур с отказавшим зарядом, устье которого засыпают штыбом, и продолжают работать в забое. В следующей сменс рабочие, не зная, что в забое имеются отказавшие заряды, приступают к бурешпо шпуров и попадают Суровым инструментом в отказавший заряд, который взрывается и травмирует рабочих в забое.

Иногда рабочие, обнаружив отказавшие заряды в забое, пытаются взорвать их без мастера-взрывника, для чего собирают куски проводов, сращивают, делают магистральные провода небольшой

длины и производят взрывание от аккумулятора светильника или от силовои сети при помощи бурильного кабеля. При этом рабочие, находясь на близком расстоянии, зачастую получают травмы от разлетающихся кусков породы. Если параллельный шпур бурят без установления направления шнура с отказавшим зарядом, это нередко приводит к разбуриванию отказавшего заряда, который взрывается и травмирует рабочих.

3. Случаются отравления рабочих ядовитыми газами, образующимися при взрывании зарядов ВВ при нахождении их на пути распространент взрывных газов, а также при возвращении в забой после выполнения взрывных работ без достаточного проветривания прилегающих выработок.

4. ЭД и КД, высокочувствительные к механическим и тепловым воздействиям (удару, трению, огню и др.), при неосторожном обращении с ними могут взрываться и травмировать мастера-взрывника и рабочих, находящихся вблизи. Неосторожное обращение с патроном-боевиком (проталкивание его в шпуре с большими усилиями или сильное трамбование первых пыжей забойки) приводит к неожиданным взрывам и травмированию мастера-взрывника и вспомогательных рабочих. Забытые в выработках или на поверхности ВМ, оставшиеся неизрасходованными, иногда попадают к посторонним лицам и даже подросткам, что нередко приводит к случайным взрывам и травмированию людей.

5. Значительный сейсмический эффект при взрыве зарядов нарушает массив горных пород за периметром выработки, что повышает опасность вывала кусков породы и травмирования рабочих.

При взрыве разбрасываемая порода и образующаяся воздушная ударная волна нередко нарушают или выбивают призабойную крепь, вследствие чего повышается опасность обрушения породы в призабойном пространстве и травмирования рабочих после выполнения взрывных работ.

6. Особо большую опасность представляют взрывные работы в шахтах, опасных по метану или взрыву угольной пыли, так как они являются одной из основных причин катастрофических взрывов метано- и пылевоздушных смесей.

Так, наиболее крупный взрыв угольной пыли произошел на шахте «Курьер» в Северной Франции в 1906 г. Взрыв распространился по выработкам протяженностью свыше 100 км, при этом погибли 1099 шахтеров.

При взрыве метана и угольной пыли на английской шахте «Универсал» (Кардиф) в 1913 г. погибти 439 шахтеров. Аналогичный случай произошел в 1925 г. на германской шахте «Министр Штейн», когда погибли 136 шахтеров, а в английской шахте Гресфорд в 1934 г. при взрыве погибли 263 шахтера. На шахте Хонхейко (Северная Маньчжурия) в 1942 г. произошла крупнейшая катастрофа, в результате которой от взрыва газа погибли 1549 шахтеров.

С 1945 по 1955 г., по данным Европейского общества угля и стали, при взрывных работах произошло следующее число взрывов и вспышек метана и пылевоздушных смесей в угольных шахтах: ФРГ—16, Франции—10, Бельгии — 26, Великобритании — 41.

На шахтах Великобритании вследствие взрывов метана и угольной пыли с 1958 по 1967 г травмированы со смертельным исходом 131 шахтер, на шахтах США по этой причине травмированы 301 человек, на шахтах Франции— 105 шахтеров. В ФРГ в 1962 г. на шахте Лунзенталь при взрыве каменноугольной пыли погибли 299 человек. Коэффициент частоты несчастных случаев со смертельным исходом на 1 млн. т добытого угля за этот период на шахтах Бельгии составлял 0,03—0,14, на шахтах Франции — 0,01—0,4, Великобритании —0,01—0,21, США — 0,02—0,24.

Удельный вес смертельного травматизма от взрывов метана и угольной пыли по отношению к общему числу несчастных случаев в подземных условиях на шахтах США в 1968 г. составлял 32,5%, в среднем за период 1953—1970 гг.— 13%, на шахтах Великобритании за тот же период — в среднем 6%, на шахтах Франции—в среднем 10%; в СССР в 1971 г.— 2,1%.

Приведенные данные характеризуют высокую опасность подземных взрывов газа и пыли, значительная часть которых произошла при ведении взрывных работ.

В целом за последние два десятилетия в большинстве угледобывающих стран число взрывов газа и пыли при взрывных работах сократилось благодаря более интенсивному внедрению специальных способов и средств повышения безопасности взрывных работ.

Однако катастрофа, происшедшая на шахте «Уанки» (ЮАР) в 1972 г., когда при взрыве метана и угольной пыли от выгорающего заряда ВВ погибли 427 шахтеров и 7 шахтеров тяжело травмированы, указывает, что и в современных условиях механизации, применения более совершенных ВВ и методов ведения взрывных работ такие катастрофы могут происходить при грубых нарушениях правил безопасности.

На некоторых шахтах все еще допускаются грубые нарушения и невыполнения требований Единых правил безопасности, применяют недопущенные для данных условий ВВ и ЭД, а также сильно увлажненные или слежавшиеся ВВ; взрывание от недопущенных или неисправных взрывных приборов или от силовой сети и других источников тока, а также отсутствие зажимов на сростках проводов взрывной сети, вследствие чего может образоваться электрическая искра и вспышка или взрыв метано- и пылевоздушной смеси, применение взрывания зарядов в несколько приемов даже при наличии ЭД короткозамедленного действия. В интервалах между взрывами отдельных групп зарядов из-за недостаточного времени проветривания у забоя создается локальная взрывоопасная концентрация метано- и пылевоздушной смеси, которая

может воспламениться при взрыве следующей группы зарядов; пропуски серий замедлений ЭД короткозамедленного действия, приводящие к увеличению интервалов между взрывами соседних зарядов и в случае подрыва сближенных зарядов к выбросу открытого пламени взрыва, которое воспламеняет метано- и пылевоздушную смесь, несоблюдение требуемых расстояний между смежными шпуровыми зарядами, приводящее к переуплотнению и выгоранию ВВ в шпурах; взрывание зарядов в забоях без достаточного проветривания выработок, прилегающих к забою, а также повышенное содержание метана вблизи взрываемых зарядов.

В обеспечении безопасности взрывных работ на угольных шахтах большое значение имеют квалификация, добросовестность и требовательность мастеров-взрывников. Однако, как показывает анализ производственного травматизма при взрывных работах, некоторые мастера-взрывники по истечении нескольких лет работы, привыкая к опасности, связанной со взрывными работами, проявляют беспечность п допускают грубые нарушения требований Единых правил безопасности.

§ 95. Основные мероприятия по снижению травматизма

В Единых правилах безопасности предусмотрены основные мероприятия, выполнение которых обеспечивает производство взрывных работ без травматизма и аварий. Мастера-взрывники должны строго выполнять требования Единых правил безопасности и дополнительных мероприятий, предусмотренных паспортом взрывных работ

Важным мероприятием по снижению производственного травматизма и аварий является производство взрывных работ в особо опасных по метану забоях между сменами или в специально отведенное время при минимальном числе людей на участке или шахте.

Большое значение имеет правильное составление паспортов взрывных работ и своевременный пересмотр их при изменении условий. Необходимо строго следить за состоянием ВМ. Нельзя получать сильно слежавшиеся ВВ, не поддающиеся размятию руками, или отсыревшие ВВ. Категорически запрещается применять ВВ и СВ, не допущенные для данных условий. ЭД необходимо получать только тех интервалов замедления, которые предусмотрены паспортом взрывных работ и выписаны в наряде-путевке. Получаемые для работы ЭД должны быть проверены на соответствие их сопротивления сопротивлению, указанному на этикетках коробок.

Мастера-взрывники должны строго проверять правильность подготовки забоя к выполнению взрывных работ проверить надежность закрепления призабойного пространства, проветривания забоя и прилегающих выработок, правильность расположения, на-

правления и глубины шпуров, наличие материала для забойки шпуров, выполнение мероприятий по уменьшению опасности воспламенения метано-воздушных смесей и др. При плохом закреплении призабопного пространства выработки, недостаточном проветривании забоя и прилегающих выработок, при отступлениях от паспорта в расположении и направлении шпуров и невыполнении других мероприятий мастер-взрывник не должен выполнять взрывные работы.

Если проверка покажет, что состояние забоя нормально, то мастер-взрывник должен замерить содержание метана у забоя и в прилегающих выработках на протяжении 20 м, подать первый предупредительный сигнал и потребовать от сменного надзора, бригадира или звеньевого выставления постов охраны на подступах к забою и установки надежных запретных знаков на пути следования взрывных газов, а также удаления лиц, не связанных с заряжанием и забойкой шпуров.

При всех операциях с ВМ необходимо соблюдать максимальную осторожность. Категорически запрещается проталкивать патрон-боевик с усилиями, если он застрял в шпуре, не дойдя до остальных патронов, а также трамбовать в шпуре первые порции глиняной забойки с большими усилиями, так как при этом может произойти взрыв. Запрещается выдергивать провода из ЭД, особенно из заряженных или отказавших зарядов.

Шпуры должны быть очищены от буровой мелочи и грязи. При заряжании патроны в шпур нужно посылать так, как предусмотрено правилами безопасности, патроны-боевики нужно посылать в шпуры осторожно После введения зарядов в шпуры необходимо произвести их забойку, при применении водяной забойки в полиэтиленовых ампулах обязательно делать запирающую глиняную забойку. Запрещается делать неположенные пропуски серий замедлений ЭД и строго следить за тем, чтобы не перепутать расстановку замедлений ЭД по шпурам Необходимо правильно соединять взрывную сеть с обязательной изоляпей сростков специальными зажимами, применять хорошо изолированные магистральные провода, прокладку их необходимо производить от взрываемого забоя к месту укрытия мастера-взрывника на время взрывания. В качестве источника тока применять только допущенные исправные и проверенные взрывные приборы Перед взрыванием необходимо замерить содержание метана у забоя и в прилегающих выработках, а также у места, откуда будет произведено взрывание, подать боевой (второй) сигнал и произвести взрывание зарядов.

В тех забоях, где требуется применение водораспылительных завес или других мероприятий, необходимо строго выполнять их. При этом для распьпения воды в полиэтиленовых сосудах следует применять только допущенные Госгортехнадзором предохранительные ВВ и ЭД В шахтах, опасных по взрыву метана или пыли, категорически запрещается многоприемное взрывание зарядов. Запрещается выполнять взрывные работы, если ближе 20 м от

взрываемых зарядов находятся неубранный уголь или порода, вагонетки н другие предметы, загромождающие выработку и затрудняющие проветривание забоя или выход из него.

При огневом взрывании за один прием в одном забое мастер-взрывник должен зажигать не более 16 концов ОШ. Большее число шпуров можно зажигать при помощи зажигательных патронов. В случае отказа при огневом взрывании подходить к забою разрешается не ранее чем через 15 мин, считая с момента взрыва последнего заряда.

Взрывные работы при проходке выработок встречными забоями, а также упеспускных печей с откаточного штрека в просек должны выполняться в строгом соответствии с требованиями параграфа 208 Единых правил безопасности и дополнительных мероприятий, разработанных на шахте, в зависимости от конкретных условий.

После выполнения взрывных работ, достаточного проветривания и осмотра забоя мастер-взрывник дает сигнал-отбой, разрешает снять посты охраны и запретные знаки, после чего рабочим разрешается возвратиться в забой для приведения его в безопасное состояние и продолжения работ. В случае обнаружения отказавших зарядов мастер-взрызник должен принять меры к их ликвидации разрешенными методами. Если это сразу сделать нельзя, то на подступах к забою устанавливают запретный знак и рабочих не допускают в забои до ликвидации отказавших зарядов При этом мастер-взрывник должен сообщить руководству участка взрывных работ и поставить в известность горного мастера об отказавших зарядах. При отчете на складе ВМ мастер-взрывник записывает в специальный журнал о наличии отказавших зарядов в забое.

Все оставшиеся неизрасходованные ВМ мастер-взрывник должен сдать на расходный склад. Оставление ВМ в выработках или где-либо на поверхности, а также уничтожение их путем взрыва в шахте является преступлением. Инженерно-технические работники участка и шахты создают безопасные УСЛОВИЯ И для работы мастеров-взрывников конкретно контролируют выполнение взрывных работ

ГЛАВА XVI

ОБУЧЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ МАСТЕРОВ-ВЗРЫВНИКОВ

§ 96. Подбор и обучение

Основным исполнителем при производстве взрывных работ на угольных шахтах является мастер-взрывник. От правильного подбора рабочих для обучения на курсах мастеров-взрывников и от степени их подготовки в значительной мере зависят эффективность и безопасность взрывных работ. Поэтому на работу мастером-взрывником необходимо подбирать более подготовленных высокодисциплинированных рабочих в возрасте не моложе 22 лет, имеющих образование не ниже семи классов средней школы, стаж подземных работ на проходке подземных горных выработок или в очистных забоях не менее двух лет. Эти рабочие должны пройти обучение на шестимесячных курсах с отрывом от производства при горных техникумах, подготавливающих техников эксплуатационной и шахтостроительной специальности, или в учебно-курсовых комбинатах по специальной программе, согласованной с Госгортехнадзором СССР, сдать экзамен в квалификационной комиссии под председательством представителя Госгортехнадзора и получить «Единую книжку мастера-взрызника».

Разрешается присваивать звание мастера-взрывника без обучения на курсах горным техникам эксплуатационной и шахтостроительной специальности, проработавшим на подземных работах по проходке горных выработок или в очистных забоях не менее одного года и сдавшим квалификационной комиссии экзамены по утвержденной программе с выдачей им 4Единой книжки мастера-взрывника».

Мастера-взрывники, сдавшие экзамены квалификационной комиссии и получившие «Единую книжку мастера-взрывника», допускаются к самостоятельной работе по производству взрывных работ после прохождения практики в течение месяца под руководством опытного мастера-взрывника. Повторно знания мастера-взрывника проверяет комиссия, создаваемая на предприятиях по председательством представителя Госгортехнадзора, не реже одного раза в два года Мастера-взрывники, не сдавшие экзамен, лишаются звания мастера-взрывника и могут быть допущены к повторной сдаче экзаменов в квалификационной комиссии не ранее чем через три месяца.

При переводе мастеров-взрывников с одного вида работ на другой они должны пройти специальную подготовку по новому виду работ и сдать дополнительные экзамены в квалификационной комиссии, которая делает отметку о сданном экзамене в «Единой книжке мастера-взрывника». При переводе с неопасной шахты на опасную по газу или пыли после сдачи экзаменов мастер-взрывник проходит двухнедельную стажировку под руководством опытного мастера-взрывника Мастера-взрывники, принимаемые для ведения взрывных работ после перерыва в работе по своей квалификации свыше одного года, могут быть допущены к самостоятельному ведению взрывных работ только после сдачи повторного экзамена в квалификационной комиссии и прохождения стажировки в течение 10 дней с опытным мастером-взрывником

Все делопроизводство по обучению н приему экзаменов мастеров-взрывников ведется на предприятии, документы хранятся в отделе кадров, а делопроизводство по обучению рабочих на курсах мастеров-взрывников — в горных техникумах или учебно-курсовых комбинатах, в которых производилось обучение

За нарушение требований Единых правил безопасности у мастера-взрывника отбирают талон № 1, который погашают я передают в отдел кадров шахты для хранения в личном деле мастера-взрывника. При повторном нарушении отбирают талон № 2 Если же мастер-взрывник, имея только талон № 3, нарушит Единые правила безопасности, то у него отбирают вместе с талоном № 3 и «.Единую книжку мастера-взрывника» и его лишают права производства взрывных работ Лишение мастера-взрывника Единой книжки производит РГТИ или другие органы Госгортехнадзора по представлению горнотехнических инспекторов или обоснованному ходатайству руководства шахты и профорганизации.

§ 97. Организация работы

Едиными правилами безопасности (§ 205) предусмотрено, что на угольных шахтах с числом мастеров-взрывников более 20 организуют участки буровзрывных работ В состав персонала участка взрывных работ входят начальник участка, помощник начальника участка, мастера-взрывники, заведующий расходным складом ВМ, раздатчики и доставщики ВМ, лаборанты по проверке электродетонаторов, слесари по ремонту и проверке взрывных машинок и измерительных приборов На участок взрывных работ возлагают эффективное и своевременное производство взрывных работ на шахте в строгом соответствии с Едиными правилами безопасности и других руководств и указаний, систематическое проведение инструктажа мастеров-взрывников, раздатчиков, лаборантов, доставщиков и подносчиков ВМ по вопросам обеспечения безопасности взрывных работ, правильного обращения с ВМ, их использования.

На шахтах с числом мастеров-взрывников менее 20 их включают в штат участка вентиляции и техники безопасности. Для руководства взрывными работами назначают заместителя начальника участка вентиляции и техники безопасности, в подчинении которому должны быть горные мастера по взрывным работам, мастера-взрывники и обслуживающий персонал склада ВМ

Распределение мастеров-взрывников по местам работ производят месячным закреплением их к определенным участкам или забоям, либо ежесменной жеребьевкой, либо посменно с чередованием мест работ.

На угольных шахтах принят индивидуальный метод работы мастеров-взрывников и только при проходке вертикальных стволов шахт иногда одновременно работают два мастера-взрывника или мастер-взрывник и взрывник Мастер-взрывник должен обеспечить безопасность и эффективность взрывных работ. Поэтому все работы он выполняет в строгом соответствии с Едиными правилами безопасности. Качество работы мастера-взрывника характеризует, насколько он овладел техникой взрывного дела и как умело и добросовестно выполняет свою работу.

§ 98. Права, обязанности и ответственность

Положением о мастере-взрывнике установлено, что он имеет право самостоятельно выполнять взрывные работы при проведении подготовительных горных выработок и в очистных забоях в строгом соответствии с Едиными правилами безопасности; прекращать ведение взрывных работ в забое, если продолжение их создает опасность (появление суфлярного выделения метана, повреждение крепи, вентиляционных труб и др.), до приведения забоя в безопасное состояние, требовать от сменного горного надзора (горного мастера) и бригадиров подготовки и подноски материала для забойки шпуров, производства осланцевания или связывания угольной пыли; выставления постов охраны на подступах к забою, где ведутся взрывные работы; восстановления поврежденной или установки временной крепи, а также выполнение других мероприятий, предусмотренных паспортом взрывных работ н ЕДИНЫМИ правилами безопасности; давать бригадирам и отдельным рабочим задания по оборке забоя, а также по бурению новых шпуров для ликвидации отказавших зарядов. После выполнения взрывных работ и тщательного осмотра забоя мастер-взрывник разрешает рабочим зайти в забои для продолжения работ.

На обязанности мастера-взрывника лежит получать наряд-путевку на производство взрывных работ, получать в расходном складе ВМ и доставлять их к местам работ, не оставляя их без надзора, проверять подготовленность забоев к выполнению взрывных работ, проверять правильность расположения шпуров, предусмотренных паспортом взрывных работ; замерять содержание метана

в забое и прилегающих к нему выработках на протяжении 20 м от забоя на шахтах, опасных по метану, непосредственно перед заряжанием и перед каждым взрыванием и во время осмотра забоя после производства взрывных работ и у места выполнения взрыва, подавать требуемые сшиалы и добиваться удаления людей в безопасное место, а также выставления постов охраны; выполнять заряжание, забойку н взрывание зарядов; осматривать забои после взрывания и при наличии отказавших зарядов ликвидировать их в установленном порядке. Правильно показать расход ВМ в наряд-путевке и отчитаться перед раздатчиком склада ВМ.

Кроме того, мастер-щрывпик несет ответственность за наруше ние требований Единых правил безопасности, в том числе, за ведение взрывных работ не в соответствии с паспортом, без замера содержания метана, без удаления людей в безопасное моего, без выставления постов охраны, без подачи сигналов, за допуск рабочих в забой после выполнения взрывных работ без достаточного проветривания и тщательного осмотра забоя, за несвоевременное сообщение об отказавших зарядах в забое

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Ф о р м а № 1

Наименование предприятия (организации), которому принадлежит склад

КНИГА
УЧЕТА ПРИХОДА И РАСХОДА
ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

К приложению I

К ф о р м е № 1

НАИМЕНОВАНИЕ ВМ

Откуда по каким документам получено

Куда и п

отпущено

IX графа 6 по приходу и графа 4

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Форма № 2

Наименование предприятия *(организации)*, которому принадлежит склад

КНИГА
УЧЕТА ВЫДАЧИ И ВОЗВРАТА
ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

На______________197 г.

Дата выдачи	1 3 о ISSS	Дата, № наряда путевки	Наименование ВМ и номер	1 з1	Количество выданных ВМ	S s s 1 1	Количество израсходованных ВМ	It 1 1	i 1 к	Роспись взрывника (мастера в сдаче ВМ
1	2	3	4	5	6	7 1	8	9	10	И

Примечание При и
дополнительно разделены для записи в каждой графе [1]
л ч электродетонаторов

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Форма К° 3

е организации)

Наряд-накладная №

Складу ВМ _

Отпустить дл

Руководитель предприятия

Главный бухгалтер

Отпустил

Полу чил

Наряд-путевка №

Мастеру-взрывнику -

15 30 45 60 75

Всего выписано

Всего выдано

Начальник участка или его помощник, начальник смены

или технический руководитель (руководитель БВР)

Начальник ПВС или его заместитель

ВМ выдал —
(заведующий складом или разд

Дата выдачи

ВМ получил —

If

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Форма № 4 (типовая)

(заполняется только чернилами)

ЭДКЗ ПМ 15 (мс)

5 30 45 60 75 105 120 в

Всего израсходовано

Всего возвращено

Остаток ВМ возвратил

Дата

Остаток ВМ принял

Расход ВМ подтверждаю

горный мастер или мастер-взрывш

ВЫСТАВЛЕНИЕ ПОСТОВ

Место взрывания	Место нахождения поста	№ поста	Фамилия постового	Рабочий №	Роспись

Замер газа (метана)

Замер газа (метана) выполнен мастером-взрывником	Приемы взрывания	Перед заряжением		Перед взрыванием			Перед допуском рабочего в забой	Фамилия, имя, отчество производящего замер	Роспись
		у плоскости забоя	в выработках, прилегающих к забою на расстоянии 20 м	у плоскости забоя	в выработках, прилегающих к забою на расстоянии 20 м	в месте укрытия взрывника			
	1-й								
	2-й								
	1-й								
	2-й								

Причины невыполнения наряда

Примечания. 1. При необходимости предприятия могут вносить в форму наряда-путевки изменения, согласованные с органами Госгортехнадзора.
2. При изменении горнотехнических или других условий в забое разрешается выписывать меньшее количество ВМ, чем предусмотрено паспортом БВР, получать меньшее количество ВВ, чем указано в наряде-путевке, а также уменьшать величины зарядов в шпурах с учетом фактического положения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Форма № 1

ЖУРНАЛ
УЧЕТА ИСПЫТАНИЙ ВМ НА СКЛАДЕ

Дата испытаний	Наименование ВВ	№ п/п завода	№ партии ВВ	Дата изготовления ВВ	Дата прибытия ВВ на склад	Выдержано или не выдержано испытание на		
						передачу детонации	влажность	экссудацию

б) Учет испытаний огнепроводного и детонирующего шнура

Дата испытаний	Сорт огнепроводного (детонирующего) шнура	№ п/п завода	№ партии	Дата изготовления	Дата прибытия на склад	Выдержал или не выдержал испытание				
						огнепроводный шнур			детонирующий шнур	
						на скорость горения отрезка 60 см	на характер и полноту горения целой бухты	на время выдержки в воде	на безотказность взрывания	на время выдержки в воде

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Форма № 2

АКТ

ИСПЫТАНИЕ ВВ НА СКЛАДЕ -

Чы, нижеподписавшиеся, заведующим

лаборант т, , составили настоящий а

_19 г было произведено испытание ВМ

1. Паспортные данные ВМ

I

л наружного осмотра тары и ВМ

3 Определение наличия эксудации для ВВ, содержащих жидкие нитроэфиры

4. Испытание на передачу детонации патронов ВВ

> Определение содержания влаги i

Со держан *ie* влаг *i по* определе-

8 Наружный осмотр электродетонаторов

7 Наружный осмотр капсюлей-детонаторов

6 Наружный осмотр огнепроводного шнура

9 Испытание на скорость, полноту и равномерность горения огнепроводного шнура

водного шнура

шнура (целых бухт)

10. Испытание огнепроводного шнура на водостойкость

Глубина погру- Время выдерж Полнота и характер

И. Заключение о годности или непригодности испытуемых ВВ

Участок *ПРИЛОЖЕНИЕ 6*
Шахта
Комбинат Главный инженер шахты

ПАСПОРТ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

№	Показатели	Единицу	Количество
1	Опасность шахты по газу		
	» по пыли		
2	Опасность выработки по газу		
3	Сечение выработки вчерне	*	
	» в свету		
4	Коэффициент крепости по шкале проф М М Протодьяконова.		
	породы		
5	Бурильная машина		
6	Тип резца коронки		
7	К и ш		
	по углю		
	по породе		
8	Подвигание забоя за цикл		
9	Объемный вес угля	т/м"	
10	Выход взорванной горной массы за цикл в целике		
	породы	5	
П	Взрывчатые вещества		
	по углю		
	по породе		
	Расход ВВ в подготовительном забое на 1 м	кг	
	Расход ВВ в подготовительном забое на 1 $м^3$:	кг	
	по породе		
	Расход ВВ в очистном забое на 1 т добычи	кг	
12	Электродетонаторы		
	Расход ЭД в подготовительном забое на 1 м		
	Расход ЭД в очистном забое на \ т добычи	Г	
13	Продолжительность проветривания забоя	мин	
14	Материал забойки		

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ШПУРОВ
(М I : 150 ИЛИ I : 100)

СХЕМА ПОСТОВ СЦЕПЛЕНИЯ

Дополнительные требования по безопасному ведению взрывных работ

Основные показатели для разработки данного паспорта установлены
(количество) опытными взрываниями, проведенными дата
следующими лицами

Паспорт составил

Начальник участка

»________________________197 г.

Паспорт согласован

Начальник участка ПВС

«_______»_________________________197 г.

Начальник участка БВР

ЖУРНАЛ
ДЛЯ ЗАПИСИ ОТКАЗОВ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ
И ВРЕМЕНИ ИХ ЛИКВИДАЦИИ

2.	5	1	|L lis	Заряжено, шт	Взорвалось	1 б	Роспись взрыв-	II и	||	11	Взрывник, (роспись)	Руководитель шшший до-пуск людей водства взрыва
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

2 Светлов Б Я, Яременко Н Е Теория и свойства промышленных чзрывчатых веществ М, «Недра», 1973 208 с

3 Магойченков М А Практическое пособие по взрывным работам на угольных шахтах М, «Недра», 1971 216 с

4. Магойченков М А. Галаджий Ф М. Росинскний Н Л Мастер-ззрывник М, Госгортехиздат, 1962

3 Едв. ые правила безопасности при взрывных работах хМ, «Недра», 1972

6 Кутузов Б Н, Пшеничный М. А Взрывные работы на открытых разработках М, «Недра», 1969

7 Гущин В. И. Задачник по взрывным работам М.. «Недра», 1972 160 с

8 Нормативный справочник по буровзрывным работам на дневной по зерхности М, Стройчздат, 1964. 108 с

9 Покровский Г. И Взрыв М. «Недра», 1974

10 Дубнов Л В, Бахаревич Н С, Романов А И Промышленные взрывчатые вещества М, «Недра», 1973 320 с

Эстеоов Я Х., Васильев Г А Задачник по взрывным работам нл

12 Л^рьеА И Электрическое взрывание зарядов М, «Недра», 1973 272 с

i3. Стикачев В II Создание предохранительной среды при взоывных раі тах М, «Н^дра», 1972 113 с н и . н

Н Кутузов Б Н Взрывные работы М, «Недра», 1974 368 с

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА I
КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗВИТИИ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

ГЛАВА II
КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ по ТЕОРИИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

ГЛАВА ш
КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОПАСНОСТИ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ МЕТАНА УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ И СОЗДАНИИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ВВ

ГЛАВА IV
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИХ СВОЙСТВ А И УСЛОВ;1Я ПРИМЕНЕНИЯ

ГЛАВА V
СРЕДСТВА ВЗРЫВАНИЯ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

ГЛАВА VI
СПОСОБЫ ВЗРЫВАНИЯ ЗАРЯДОВ ВВ И РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНЫХ СЕТЕЙ

ГЛАВА VII
УПАКОВКА, ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И УЧЕТ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

ГЛАВА VIII
ИСПЫТАНИЕ И УНИЧТОЖЕНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

ГЛАВА IX
ГОРНЫЕ ПОРОДЫ, их СВОЙСТВА И РАЗРУШЕНИЕ ВЗРЫВОМ

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНЫХ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

ГЛАВА XI

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ

ГЛАВА XII

ВЕДЕНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

ГЛАВА XIII

МАКСИМ АЛЕКСЕЕВИЧ МАГОЙЧЕНКОВ
ФЕДОР МАКСИМОВИЧ ГАЛАДЖИИ
НИКОЛАЙ ЛЕОНИДОВИЧ РОСИНСКИЙ

ЧАСТ ЕР ВЗРЫВШЬ

Редактор издательства [illegible] Технический редактор [illegible]
Переплет художника [illegible] Корректор [illegible]

Сдано в набор [illegible] Подписано в печать [illegible] 1974 г. [illegible]
Бумага № 2. Печ. л. [illegible] Уч.-изд. л. 19,77. Тираж 50 000 экз. Заказ № [illegible] Цена 69 коп.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19

Московская типография № 11 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли Москва [illegible]
Нагатинская ул., д. 1